



Юргинский технологический институт
 Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность
 Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях
 Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения нефтепродуктов на АО «Газпромнефть-Терминал» Новокузнецкая нефтебаза

УДК 614.8:622.692.2(571.17)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-17Г20	Ватутина Светлана Михайловна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭиАСУ	Лизунков В.Г.	к.пед.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Филонов А.В.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Филонов А.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2017 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе
направления 20.03.01 – Техносферная безопасность

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности.
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности.
P6	Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
	Универсальные компетенции
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой БЖДЭиФВ
_____ С.А. Солодский
«___» _____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Дипломного проекта

Студенту:

Группа	Ватутина Светлана Михайловна
3-17Г20	

Тема работы:

Оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения нефтепродуктов на АО «Газпромнефть-Терминал» Новокузнецкая нефтебаза.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	30.01.2017 г. № 15/с

Срок сдачи студентами выполненной работы:	15.06.2017 г.
---	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Парк хранения нефтепродуктов представлен десятью резервуарами РВС объемом 2000 м ³ . Хранимое вещество – бензин. Плотность ЖФ ОБ – 725 кг/м ³ . Масса ЖФ ОБ – 1440 т. Площадка хранения бензина оборудована земляным обвалованием. Метеоусловия: температура окружающей среды – 0,5 °С, скорость ветра – 1,2 м/с, направление ветра в диапазоне [0°... 360°] – 160°. Масса горючего в облаке – 142 кг. Количество ГФ – 10%.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1 Изучить литературные данные по вопросам декларирования потенциально опасных объектов. 2 Провести анализ аварийных ситуаций и оценку риска возникновения ЧС при полном разрушении РВС-2000 с бензином. 3 Рассчитать последствия аварий с опасными исходами: пожар пролива, пожар-вспышка; взрыв ТВС. 4 Рассчитать индивидуальный и коллективный риски и последствия аварии при разрушении резервуара хранения бензина.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент,	доцент каф. ЭиАСУ Лизунков Владислав Геннадьевич

ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	ассистент каф. БЖДЭиФВ Филонов Александр Владимирович
Нормоконтроль	ассистент каф. БЖДЭиФВ Филонов Александр Владимирович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	15.02.2017 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г20	Ватутина С.М.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 103 страницы, 8 рисунков, 22 таблицы, 33 источников, 15 приложений.

Ключевые слова: ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫЙ ОБЪЕКТ, РЕЗЕРВУАРНЫЙ ПАРК, ПОЛНОЕ РАЗРУШЕНИЕ РЕЗЕРВУАРА, ОЦЕНКА РИСКА И РАСЧЕТ ПОСЛЕДСТВИЙ РАЗРУШЕНИЯ.

Объектом исследования является резервуар для хранения бензина на Новокузнецкой нефтебазе АО «Газпромнефть-Терминал»

Цель работы – оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения бензина АО «Газпромнефть-Терминал» для своевременной локализации и ликвидации аварии.

В процессе исследования проводился анализ аварийных ситуаций на предприятиях нефтепереработки и причины способные привести к возникновению чрезвычайной ситуации.

В результате исследования по дереву событий опасных событий РВС-2000 м³ выявлены опасные исходы и рассчитаны коллективный и индивидуальный риск.

Abstract

Graduation qualification work 70 pages, 8 figures, 22 tables, 33 sources, 15 applications.

Key words: POTENTIALLY DANGEROUS OBJECT, RESERVOIR PARK, FULL DESTRUCTION OF THE TANK, RISK ASSESSMENT AND CALCULATION OF THE CONSEQUENCES OF DESTRUCTION.

The object of the study is a tank for storing gasoline at the Novokuznetsk oil base of JSC Gazpromneft-Terminal

The purpose of the work is to assess the risk and calculate the consequences of the destruction of the gasoline storage tank of JSC Gazpromneft-Terminal for the timely localization and elimination of the accident.

In the course of the study, an analysis was made of emergencies at oil refineries and the causes that could lead to an emergency situation.

As a result of research into the tree of events of dangerous events RVS-2000, dangerous outcomes were identified and collective and individual risks were calculated.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Нормативные ссылки

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ Шум. Общие требования безопасности и санитарными нормами.

ГОСТ 12.4.103-83 ССБТ. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Общие санитарно-гигиенические требования.

ГОСТ 12.3.047-2012 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

Оглавление

	С.
Введение	10
1 Современное состояние проблемы состояния безопасности потенциально опасных объектов	12
1.1 Проблемы взаимодействия человека с окружающей средой	12
1.2 Перечень потенциальных опасностей производственных процессов	13
1.3 Правовые аспекты безопасности на потенциально-опасных объектах	15
1.4 Статистика и обзор аварийных ситуаций, произошедших на объектах нефтепереработки	16
2 Описание объекта хранения и распределения нефтепродуктов	23
2.1 Краткое географическое и гидрометеорологическое описание	23
2.2 Общая характеристика производства	23
2.2.1 Техническая характеристика резервуаров	26
2.2.2 Обустройство инфраструктуры резервуаров	28
2.2.3. Характеристика опасного вещества	29
2.3 Система автоматического пожаротушения резервуарного парка	30
3 Оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения бензина	32
3.1 Исходные данные	32
3.2 Расчет последствий разрушения	33
3.2.1 Описание сценария аварии – рассеяние без воспламенения	35
3.2.2 Расчет последствий аварии по сценарию пожар пролива	35
3.2.3 Расчет последствий аварии по сценарию пожар-вспышка	37
3.2.4 Расчет последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси (ТВС)	39
3.3 Оценка риска и расчет последствий разрушения	44
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	48
4.1 Оценка экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на Новокузнецкой нефтебазе АО «Газпромнефть-Терминал» при разрушении РВС-2000 для хранения бензина. Расчет прямого ущерба	48
4.2 Затраты на локализацию	50
4.2.1 Расходы на локализацию (ликвидацию последствий) аварии	51
4.2.2 Расходы на расследование причин аварии	57
4.3 Социально-экономические потери	57
4.4 Косвенный ущерб	59
4.5 Экологический ущерб	60
5 Социальная ответственность	62
5.1 Описание рабочего места лаборанта химического анализа на АО «Газпромнефть–Терминал» Новокузнецкая нефтебаза	62

5.2 Анализ опасных и вредных факторов	62
5.2.1 Производственный шум	63
5.2.2 Микроклимат производственных помещений	63
5.2.3 Опасность поражения электрическим током	65
5.2.4 Производственное освещение	65
5.3 Охрана окружающей среды	68
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	68
Заключение	70
Список использованных источников	71
Приложение А Статистика пожаров на АЗС и нефтебазах	76
Приложение Б Статистические данные по техногенным авариям на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности Российской Федерации за период с 2011 по 2015 годы	78
Приложение В Расчет зон поражения тепловым излучением при пожаре пролива	80
Приложение Г График зависимости интенсивности излучения от расстояния	81
Приложение Д График зависимости вероятности смертельного поражения от расстояния	82
Приложение Е Оценка числа пострадавших при аварии пожар пролива	83
Приложение Ж Оценка числа пострадавших по пожар-вспышке	86
Приложение З Расчет последствий воздействия ударных волн при взрыве ТВС	91
Приложение И График зависимости вероятного поражения от расстояния	93
Приложение К График зависимости избыточного давления от расстояния	94
Приложение Л График зависимости импульса от расстояния	95
Приложение М Оценка числа пострадавших при аварии взрыв ТВС	96
Приложение Н Список лиц, попавших в зону действия опасных факторов	99
Приложение О Численность погибших	100
Приложение П Анализ риска	102

Введение

Развитие химической и нефтехимической промышленности неизбежно ведет к увеличению числа стационарных объектов хранения жидких химических веществ. В связи с тем, что большой процент резервуаров уже выработали свой проектный ресурс. Износ эксплуатируемых вертикальных стальных резервуаров (РВС) составляет 60 – 80%. С каждым годом количество аварий на резервуарах возрастает, и, несмотря на все предпринимаемые меры в области промышленной безопасности, последствия этих аварий наносят довольно существенный ущерб. Для решения важнейшей задачи пожарной и промышленной безопасности объектов нефтехимической промышленности – уменьшение людских и материальных потерь, необходимо заранее знать возможные последствия чрезвычайных ситуаций, чтобы провести ряд мероприятий для подготовки оборудования и персонала к последствиям возможных аварий. Одной из сложнейших задач, при определении последствий аварий, связанных с разгерметизацией резервуарного оборудования, является определение зон распространения опасных веществ.

Процессы, протекающие при этих авариях, характеризуются сильной не стационарностью. Существующие в настоящее время методики оценки площадей разливов жидкостей при аварийной разгерметизации резервуаров, обладают целым рядом ограничений. Основу многих методик составляют аналитические модели, не учитывающие реальную физику процессов. Оценка последствий аварийных разливов жидких веществ и расчета средств и сил для локализации и ликвидации аварий является актуальной задачей.

Объектом исследования выступает Новокузнецкая нефтебаза АО «Газпромнефть-Терминал».

Целью работы является: оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения бензина на Новокузнецкой нефтебазе АО «Газпромнефть-Терминал» для обеспечения своевременной локализации и ликвидации аварии.

Для достижения цели:

- 1) Изучить литературные данные по вопросам декларирования потенциально опасных объектов, провести анализ аварийных ситуаций на предприятиях нефтепереработки.
- 2) Провести анализ аварийных ситуаций и оценку риска возникновения ЧС при полном разрушении РВС-2000 с бензином.
- 3) Рассчитать индивидуальный и коллективный риски и последствия аварии при разрушении резервуара хранения бензина.
- 4) Произвести расчет ущерба при ликвидации последствий аварии полного разрушения РВС-2000.

1 Современное состояние проблемы безопасности потенциально опасных объектов

1.1 Проблемы взаимодействия человека с окружающей средой

В настоящее время для получения энергии человечество использует, преимущественно, нефть и газ. Деятельность человека при разработке месторождений нефти, её переработке и сжигании нефтепродуктов оказывает негативное воздействие на окружающую среду.

Нефть, на сегодняшний день, является основным источником энергии в мире. На долю нефти приходится более 34 % мирового потребления первичных энергоресурсов.

Актуальность этого состоит в том, что нефтяная промышленность является наибольшим экономическим сектором в российской экономике и в мировой системе энергообеспечения. Россия является одним из ведущих участников мирового нефтяного рынка [1, 2].

Нефть – это природная маслянистая горючая жидкость, распространенная в осадочных слоях земной коры; главное полезное ископаемое. Нефть состоит из смеси углеводородов различного строения. Молекулы этих углеводородов представляют собой длинные, нормальные, короткие цепи атомов углерода, а также разветвленные, замкнутые в кольца и много кольчатые цепи. Методом перегонки из нефти получают различные нефтепродукты: реактивное топливо, керосин, бензин, дизельное топливо, мазут [3].

Нефть является основным сырьем для производства синтетических материалов, транспортного топлива и занимает важное место в структуре топливно-энергетических балансов, продукты ее переработки используются в производстве тепла и электроэнергии.

Составными частями нефти и нефтепродуктов являются сложные смеси углеводородов и высокомолекулярных углеводородных соединений кислорода,

серы, азота, некоторых металлов и органических кислот, растворенных углеводородных газов, минеральных солей, воды и других элементов.

Нефтепродукты являются потенциально опасными веществами, при обращении с которыми возможны следующие аварийные ситуации:

- нарушение герметичности или разрушение оборудования, трубопровода или резервуара;

- выброс (разлив) нефти (нефтепродуктов) на поверхность и загрязнение территории (почвы), подземных или открытых источников с последующим испарением и образованием опасных концентраций паров нефти (облако взрывопожарной концентрации паров) в приземном слое атмосферы;

- образование взрывопожарной смеси с воздухом атмосферы;

- образование опасной концентрации паров внутри резервуаров;

- взрыв (пожар) паров нефти (нефтепродуктов) при появлении в газо-воздушном облаке источника зажигания [4].

1.2 Перечень потенциальных опасностей производственных процессов

Потенциальными опасностями производственных процессов, способствующих возникновению и развитию аварийных ситуаций, являются:

- хранение больших объемов горючих и легковоспламеняющихся жидкостей – производных нефти, способных создать взрывоопасную концентрацию паровоздушной смеси в закрытом объёме (насосное помещение, незаполненный резервуар);

- технологическая периодичность перекачки нефтепродуктов в резервуарный парк;

- сложный технологического процесс налива горючих жидкостей увеличивает вероятность ошибок в действиях обслуживающего персонала;

- большое количество единиц оборудования, сварных и фланцевых соединений, разветвленной сети трубопроводов с запорной арматурой

увеличивает вероятность аварийной разгерметизации технологического оборудования;

- отказ (разгерметизация) оборудования из-за образования сквозных механических и коррозионных дефектов;

- наличие подвижного железнодорожного состава. Периодический процесс постановки и уборки цистерн, налива-слива нефтепродуктов, порождает дополнительный риск возникновения аварийной ситуации;

- операции отбора проб и замеры уровня продукта в цистернах вручную, создают опасность травматизма производственного персонала.

- потеря герметичности, запорной арматуры, из-за дефектов изготовления, механических повреждений, нарушения правил эксплуатации;

- ошибки обслуживающего персонала (нарушение технологического процесса налива-слива нефтепродуктов и требований правил техники безопасности);

- внешнее воздействие техногенного или природного характера [5].

Исходя из особенностей технологического процесса на нефтебазе, вероятными факторами и причинами, способствующими возникновению аварийных ситуаций, могут быть:

- неполадки или отказы оборудования:

- механические повреждения, физический износ;

- отказы оборудования контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА);

- коррозия металла на внешних, внутренних стенках и днищах резервуаров, коррозия металлических стенок нефтепроводов;

- неверные действия персонала:

- пренебрежение правилами технической эксплуатации или их несоблюдение;

- допущенные ошибки при проведении профилактических ремонтных и иных работ, связанных с нестабильными переходными режимами;

- воздействие техногенного и природного характера из вне;

- умышленные противоправные действия людей, приводящие к созданию аварийной ситуации [6].

Источниками возможного возникновения аварийных ситуаций на нефтебазе, которые могут повлечь за собой аварийные разливы нефтепродуктов, являются элементы технологического оборудования опасного производственного объекта. Источники возникновения аварийных ситуаций представлены на рисунке 1.1

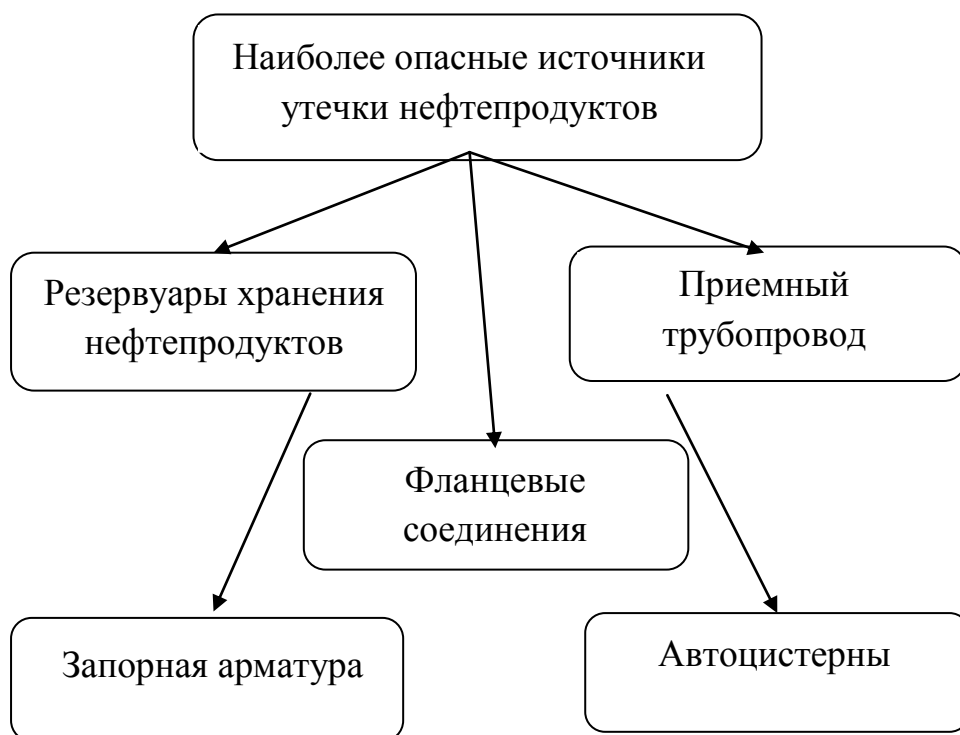


Рисунок 1.1 – Источники возникновения аварийных ситуаций

1.3 Правовые аспекты безопасности на потенциально-опасных объектах

Нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность относится к потенциально-опасным объектам согласно закону РФ № 116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

На всех предприятиях этой отрасли получают, используют, перерабатывают, хранят, транспортируют, уничтожают опасные вещества:

окисляющие, горючие, взрывчатые, токсичные вещества, представляющие опасность для окружающей среды и природы. Используют оборудование, работающее под давлением более 0,07 МПа или при температуре нагрева воды более 115 градусов Цельсия [7].

1.4 Статистика и обзор аварийных ситуаций, произошедших на объектах нефтепереработки

Катастрофы техногенного характера происходят в мире с пугающей регулярностью. Каждый раз они связаны с большим количеством жертв и непоправимым ущербом для экологии. Статистические данные по пожарам на АЗС и нефтебазах, приведены в приложении А [8].

Исходя из данных сведений об авариях, можно сделать вывод, что большинство аварий происходят в результате нарушения правил безопасности на опасном производственном объекте, ошибок обслуживающего персонала, износа конструкций.

Объекты нефтеперерабатывающих предприятий и технологические установки обладают рядом специфичных особенностей, которые предполагают особый подход при анализе риска, а также оценки вероятности возникновения аварийной ситуации и ее развития. Особенность установок нефтепереработки определяется высокими пожаро- и взрывоопасными свойствами технологических сред, обращающихся в оборудовании, повышенным давлением и высокой температурой при реализации технологических процессов.

Основными опасностями, характерными для нефтеперерабатывающих предприятий, являются пожары, взрывы и токсическое заражение.

По статистическим данным Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору был проведён анализ количества пожаров, взрывов и выбросов опасных веществ на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности за период с

2011 по 2015 годы [9]. Результаты анализа показывают, что ежегодное количество пожаров, взрывов и аварий имеют тенденцию к увеличению.

В таблице 1 представлены статистические данные по опасным событиям на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности за период с 2011 по 2015 годы.

Таблица 1 – Статистика опасных событий на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности

Опасные события	Число опасных событий										Общее число опасных событий	
	за 2011 год		за 2012 год		за 2013 год		за 2014 год		за 2015 год			
	ед.	%	ед.	%	ед.	%	ед.	%	ед.	%	ед.	%
Взрывы	6	22	4	38	5	45	8	57	17	79	41	49
Пожары	13	65	7	47	6	37	5	23	1	4	30	36
Выбросы опасного вещества	4	12	3	13	1	16	4	17	4	18	18	15
Итого	23	-	14	-	12	-	17	-	22	-	85	-
Ущерб, млн. руб.	0,18		419		145		105		>1000		-	

Согласно проведенному анализу, за 2011-2015 годы, произошло 85 опасных события. Статистическое соотношение опасных событий на рассматриваемых объектах представлено в виде диаграммы на рисунке 1.2



Рисунок 1.2 – Статистика соотношение опасных событий

Согласно статистическим данным по несчастным случаям со смертельным исходом на объектах нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, приведенным в таблице 2.

Таблица 2 – Несчастные случаи со смертельным исходом на объектах нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности

Причины поражения людей	Число несчастных случаев со смертельным исходом										Общее число	
	2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.		2015 г.			
		%		%		%		%		%		%
Термическое воздействие	5	50	12	86	2	40	6	100	12	75	37	72
Высота	1	10	2	14	2	40			1	6,25	6	12
Недостаток кислорода									2	12,5	2	4
Взрывная волна	3	30									3	6
Разрушенные технические устройства					1	20					1	2
Прочие причины	1	10							1	6,25	2	4
Всего	10		14		5		6		16		51	

Причины опасных событий на объектах нефтепереработки и нефтехимии разделяют на организационные и технические. Аналитика результатов расследования технических причин происшедших опасных событий показывает, что основными причинами возникновения и развития этих событий являются плохое состояние зданий и сооружений, технических устройств, а также несовершенство технологий или конструктивные недостатки. К организационным причинам относятся: неверная организация производства работ, нарушение технологии производства работ, малоэффективность производственного контроля, намеренное выключение средств защиты, сигнализации или связи, недостаточный уровень знаний

промышленной безопасности, несоблюдение дисциплины производства, неосмотрительные (несанкционированные) действия исполнителей работ.

Диаграмма распределения данных по числу несчастных случаев со смертельным исходом на рассматриваемых объектах приведена на рисунке 1.3.

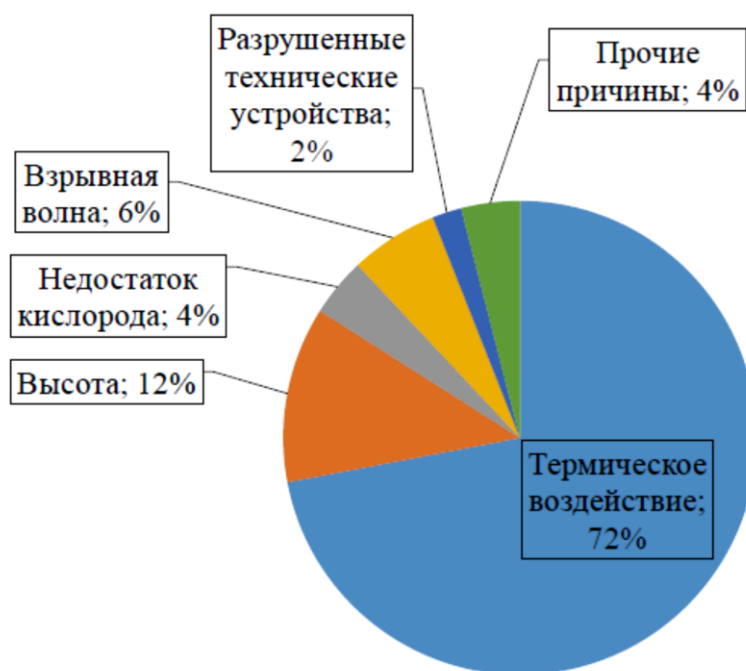


Рисунок 1.3 – Статистические данные несчастных случаев со смертельным исходом

Более 70 % опасных и несчастных случаев происходят по организационным причинам, так или иначе, связанные с человеческим фактором [9].

Износ оборудования является одной из существенных опасностей, влияющих на состояние промышленной безопасности опасных производственных объектов, возникновение сбоев, разгерметизации технических устройств, приводящие к авариям, со взрывами и разрушением.

Анализ результатов исследования технических и организационных причин аварий, произошедших в 2015 году, показал, что 12 аварий (60 %)

произошли по причине поломки и разгерметизации технических устройств на опасных производственных объектах.

Крупные аварии и сопровождающие их пожары и взрывы на нефтеперерабатывающих производствах в большинстве случаев происходят из-за утечек горючей жидкости или углеводородного газа. [11, 12] Соотношения причин аварий на нефтеперерабатывающих производствах представлены на рисунке 1.4



Рисунок 1.4 – Соотношения причин аварий на нефтеперерабатывающих производствах

В приложении Б представлена статистика по техногенным авариям на объектах нефтеперерабатывающей промышленности Российской Федерации за 2011-2015 годы, по данным Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

Оценка техногенных аварий, происшедших на нефтехимических предприятиях, показывает, что на производствах наиболее распространенным

видом аварий является разгерметизация технологического оборудования, в результате чего возможно образование парогазового облака с его дальнейшим взрывом (воспламенением) или разлив нефтепродуктов с их последующим загоранием, а также возможное токсичное заражение промышленной территории.

Большая часть аварий на нефтеперерабатывающем заводе вызвана образованием взрывоопасных смесей вследствие нарушения технологического режима и герметичности. К нарушениям герметичности приводят резкие температурные перепады в аппаратах или перенапряжения температур, разрушение прокладок, разрывы технологических трубопроводов в результате эрозии, коррозии и усталости металла, некорректное расположение запорной арматуры и её отказы в работе, механические повреждения по вине производственного персонала и другое [14].

Аварии на открытых площадках наиболее опасны вследствие разветвленности сети технологических коммуникаций, большой плотности насыщения территории и высокого содержания установок, чем в замкнутых производственных зданиях. Возникновение опасных событий чаще всего происходит во время обычной работы технологических электроустановок [15].

Причины возникновения аварий на нефтеперерабатывающих заводах [8], связанные с технологическим оборудованием, расположенным на открытых производственных площадках, представлены в таблице 3

Таблица 3 – Причины аварии на открытых технологических установках нефтеперерабатывающих заводов

Причины аварий	Количество аварий, %
Выход продукта через прокладки, сальники и т.д.	30,3
Нарушение работы технологической линии	16,8
Некачественный монтаж оборудования	14,2
Коррозия оборудования	12,0
Прогар труб	8,6
Переполнение канализации	10,5
Прочие причины	10,7

Опасность пожара и взрыва отдельных блоков внешних технологических установок определяется характером сырья, готовой продукции, параметрами технологического процесса и характеристиками оборудования. Некоторые элементы схем, например, открытые трубчатые печи, являются источниками не только образования взрывчатых смесей, но и их воспламенения. Распределение числа аварий по видам технологического оборудования НПЗ представлено на рисунке 1.5 [16].

Технологическое оборудование	Количество аварий
Технологическое оборудование	31,2%
	
Насосные станции	18,9%
Емкостные аппараты	15,0%
	
Очистительные, диффузные колонны	11,2 %
Промышленная канализация	8,5%

Рисунок 1.5 – Распределение количества аварий по видам технологического оборудования

Оценка расположения оборудования технологических установок нефтеперерабатывающих предприятий показал, что наиболее опасное оборудование с большим количеством пожароопасного вещества находятся на открытых площадках, поэтому развитие аварийной ситуации при разгерметизации аппарата можно, условно, разделить на следующие стадии [17]:

- возникновение технической причины, приводящей к разгерметизации аппарата;
- выброс технологической среды, разгерметизация аппарата;
- возникновение парогазового облака;
- появление источника зажигания возможно возникновение опасного события или взрывное горение облака, или образование «огненного шара».

2 Описание объекта хранения и распределения нефтепродуктов

2.1 Краткое географическое и гидрометеорологическое описание

Объект хранения и распределения нефтепродуктов – Новокузнецкая нефтебаза АО «Газпромнефть-Терминал», расположена в юго-восточной части города Новокузнецка Кемеровской области. Новокузнецк обладает резко континентальным климатом со значительными годовыми и суточными колебаниями температур. Существенное влияние на климат Новокузнецка кроме его физико-географического положения оказывает пространственная ориентировка речных долин и водоразделов рек Томи, Кондомы и Абы.

В году среднем насчитывается около 280 солнечных дней в году. Продолжительность безморозного периода в среднем – 123 дня. Город расположен в зоне достаточного увлажнения: здесь выпадает около 448 мм осадков, причём из них 75 % приходится на тёплый период. Продолжительность снежного покрова около 155 дней. Преобладающее направление ветра – южное и юго-западное (осенью, зимой и весной – южные и юго-западные, летом – северные). Среднегодовая скорость ветра – 2,3 м/сек., периодичность штилевой погоды составляет 25 %.

Зима в Новокузнецке холодная и продолжительная: она начинается в конце октября – начале ноября и длится до конца марта. Средняя температура января – минус 15,2 °С. Лето умеренно-теплое, часто повторяются периоды жары. Самый тёплый месяц – июль (плюс 18,8 °С). В этом месяце зарегистрирована среднесуточная температура воздуха плюс 36,0 °С, при этом дни со среднесуточной температурой выше плюс 25 °С зафиксированы с апреля по сентябрь. Среднегодовая температура Новокузнецка – плюс 2,1 °С

2.2 Общая характеристика производства

Новокузнецкая нефтебаза АО «Газпромнефть-Терминал» – это сложная

многофункциональная система с объектами различного производственно-хозяйственного назначения, выполняющая задачи бесперебойного и надежного обеспечения потребителей нефтью и нефтепродуктами; это самостоятельное предприятие, обеспечивающие необходимые условия приема, хранения и отпуска нефти и нефтепродуктов.

Основными задачами Новокузнецкой нефтебазы АО «Газпромнефть-Терминал» являются:

- обеспечение круглосуточной бесперебойной отгрузки потребителям нефтепродуктов в необходимом ассортименте и количестве;
- обеспечение качества и сохранности нефтепродуктов, минимизация их потерь при приеме, хранении и отпуске потребителям.

Новокузнецкая нефтебаза АО «Газпромнефть-Терминал» (далее нефтебаза) введена в эксплуатацию в 1969 году. Она относится к опасным производственным объектам. Площадь, занимаемая нефтебазой – 4,572 га, периметр 750 м. Территория огорожена сплошной стеной из плит высотой по 3 м., по верху плит протянута колючая проволока. Выезд и въезд транспорта осуществляется через ворота, оборудованные подвесной откатной секцией с электроприводом. Территория нефтебазы имеет как цементобетонное покрытие, так и автомобильные дороги, выполненные из асфальтобетона. Парк резервуаров оборудован общим грунтовым обвалованием. Назначение нефтебазы – перевалка поступающих нефтепродуктов из железнодорожных цистерн в резервуары нефтебазы, путем перекачки, хранение и отпуск нефтепродуктов на заправочные станции и крупным потребителям, посредством бензовозов. Нефтебаза расположена вблизи железнодорожной станции «383 км» южного направления железной дороги, имеет собственный железнодорожный тупик и получает нефтепродукты наливом в цистернах. Сливная железнодорожная эстакада рассчитана на прием четырех железнодорожных цистерн вместимостью 70 м³.

Технологический процесс на нефтебазе заключается в следующем: нефтепродукт на нефтебазу поступает железнодорожным транспортом, в

цистернах. При постановке цистерны в тупик, отбирается проба для лабораторного анализа. Затем, нефтепродукт, поступает, по технологическим трубопроводам в определенный резервуар для светлых нефтепродуктов. Процесс перекачки осуществляется с помощью насосной станции, тремя насосными установками КМН125-100-160 производительностью 160 м³/ч, одной установкой КМН100/63-6,3/8 производительностью 100 м³/ч.

Для отпуска нефтепродуктов имеется система автоматического налива, которая состоит из четырех стояков, обозначенных для определенного вида топлива, налив нефтепродуктов осуществляют по герметичной, бесшланговой системе автоматизированных сочлененных шарнирно или телескопичных устройств, оборудованных ограничителями налива, которые обеспечивают автоматическое предотвращение перелива цистерн, а также устройствами для герметизации налива. Через эти наливные устройства нефтепродукты закачиваются в бензовозы и развозятся по автозаправочным станциям как собственной сети «Газпромнефть», так и отгружаются сторонним потребителям.

Около железнодорожной эстакады и автоматической системы налива расположены аварийные сборники разлитого нефтепродукта, подземный резервуар аварийного пролива нефтепродуктов и промышленная ливневая канализация, что препятствует попаданию нефтепродуктов в почву. Для качественного хранения бензинов, во избежание сокращения потерь от испарения, на нефтебазе применены стальные вертикальные резервуары с защитным покрытием (плавающими крышками и понтонами), с устройством запираения и люками с бензостойкими прокладками, обеспечивающими полную герметичность. Парк резервуаров состоит из десяти наземных вертикальных резервуаров типа РВС по 1000 м³ и 2000 м³, предназначенных для приема, хранения и отпуска различных видов топлива. Резервуары отдалены от производственной базы на безопасное расстояние и оборудованы земляным обвалованием. Перекачивающие трубопроводы проложены над поверхностью земли, запорная арматура обеспечивается легким доступом.

Для резервуаров вертикальных стальных предусмотрено следующее оборудование: предохранительные клапана, дыхательные клапана, приборы контроля и сигнализации, противопожарное оборудование, приемо-раздаточные патрубки и хлопушки, водоспускной сифонный кран, люки замерные и световые, патрубки вентиляционные.

2.2.1 Техническая характеристика резервуаров

Резервуар вертикальный стальной (РВС) – вертикально расположенная ёмкость, объёмное строительное сооружение, предназначенное для приёма, хранения, подготовки, отпуска и учёта жидких фракций нефтепродуктов.

Вертикальные стальные резервуары изготавливают внутренними объёмами от 100 до 120 000 м³ и, по необходимости, их объединяют в группу резервуаров, которые сосредотачивают в одном месте, группу называют «резервуарным парком». Предназначение резервуаров вертикальных стальных изображено на рисунке 2.1



Рисунок 2.1 Предназначение резервуаров вертикальных стальных

Резервуары бывают изотермическими, цилиндрическими и в виде баков-аккумуляторов; различаются материалом изготовления, расположением и назначением.

РВС для хранения нефтепродуктов должны быть оборудованы устройствами для предупреждения накопления осадка. Необходимость применения и выбор устройств определены технологическими особенностями режимов хранения.

Вязкие нефтепродукты хранятся в резервуарах, имеющие теплоизоляционное покрытие и оборудованные устройствами подогрева, которые обеспечивают сохранение качества и пожарную безопасность [18].

Технические параметры РВС:

- класс опасности резервуара – категория опасности, которая возникает при достижении предельного состояния резервуара;

- срок службы резервуаров обеспечивается выбором материала, учетом температурных, силовых и коррозионных воздействий, нормированием дефектов сварных соединений, оптимальных конструктивных решений металлоконструкций, оснований и фундаментов, допусками на изготовление и монтаж конструкций, способов защиты от коррозии и назначением регламента обслуживания.

Наличие антикоррозионной защиты несущих и ограждающих конструкций срок службы резервуара должно обеспечиваться защитой от коррозии, с гарантированным сроком службы не менее 10 лет.

При использовании системы антикоррозионной защиты с гарантированным сроком службы менее 10 лет для элементов резервуара, защищенных от коррозии, а также для незащищенных элементов должно назначаться увеличение за счет слоя металла на коррозию. Слой на коррозию зависит от степени агрессивности хранимого продукта [19].

Технические характеристики резервуара, применяемого на Новокузнецкой нефтебазе АО «Газпромнефть-Терминал», приведены в таблице 4

Таблица 4 – Технические характеристики резервуара РВС 2000 м³

Общий объем, м ³	2000
Внутренней диаметр стенки, мм	15180
Высота стенки, мм	12000
Плотность продукта, т/м ³	0,9
Высота налива, мм	12000

2.2.2 Обустройство инфраструктуры резервуаров

По периметру группы наземных резервуаров предусмотрено земляное обвалование шириной поверху не менее 0,6 м, рассчитанное на гидростатическое давление разлившейся жидкости.

Свободный от застройки объем обвалованной территории, образуемый между внутренними откосами обвалования, определен по расчетному объему разлившейся жидкости, равному номинальному объему наибольшего резервуара в группе.

Высота обвалования группы резервуаров по 2000 м³ на 0,2 метра выше уровня расчетного объема разлившейся жидкости и не менее одного метра. Расстояние от стенок резервуаров до подошвы внутренних откосов обвалования взято три метра.

Группа из резервуаров объемами 1000 м³, расположена отдельно от общей группы резервуаров 2000 м³ (за пределами обвалования) и ограждена сплошным земляным валом высотой 0,8 метра. Расстояние от стенок этих резервуаров до подошвы внутренних откосов обвалования не нормируется.

Подземные резервуары для хранения нефти и мазутов, на Новокузнецкой нефтебазе, не предусмотрены [20].

Заезды внутрь обвалования для передвижной пожарной техники в каждую группу наземных резервуаров вертикальных стальных, расположенных

в два ряда и более, не предусмотрены, так как с внутренних дорог и проездов склада обеспечивается подача огнегасящих средств в резервуары.

Для перехода через обвалование, а также для подъема на обсыпку резервуаров на противоположных сторонах ограждения или обсыпки предусмотрены лестницы-переходы шириной 0,8 м в количестве 4 – для группы резервуаров и по две – для резервуаров, стоящих отдельно.

Между переходами через обвалование и стационарными лестницами на резервуарах предусмотрены тротуары (пешеходные дорожки) шириной один метр.

2.2.3 Характеристика опасного вещества

Опасным веществом на Новокузнецкой нефтебазе АО «Газпромнефть-Терминал» являются нефтепродукты, характеристики которых приведены в таблице 5

Таблица 5 – Характеристика нефтепродуктов как опасного вещества

Наименование параметра	Параметр	Нормативный источник
Название вещества Химическое Торговое	Неэтилированный бензин Автомобильный бензин	ГОСТ 51105-97
Взрывопожаро-опасность	Легковоспламеняющаяся жидкость (ЛВЖ)	ГОСТ 51105-97
Плотность при 15 °С	725–780 кг/м ³	ГОСТ 51105-97
Температура самовоспламенения	255–370 °С	ГОСТ 51105-97
Концентрационные пределы воспламенения	нижний – 1,0 % верхний – 6,0 % (по объему)	ГОСТ 51105-97
Токсическая опасность Класс опасности	4	ГН 2.2.5.1313-03
ПДК в воздухе рабочей зоны	от 100 до 300 мг/м ³	ГН 2.2.5.1313-03
Запах	Специфический запах углеводородов	ГОСТ 51105-97

Продолжение таблицы 5

Меры предосторожности	Оборудование процессов слива и налива автомобильных бензинов должны быть герметичны, помещение обеспечено вентиляцией, искусственное освещение выполнено во взрывобезопасном исполнении. Применение средств индивидуальной защиты	ГОСТ 51105-97
Меры первой помощи пострадавшим	При признаках отравления – вывести пострадавшего на свежий воздух, освободить от стесняющей одежды. При попадании бензина на открытые участки тела необходимо его удалить и промыть кожу теплой мыльной водой; при поражении глаз промыть водой	ГОСТ 51105-97
Характер воздействия на организм человека	При отравлении парами появляются: головная боль, неприятные ощущения в горле, кашель, раздражение слизистой	ГОСТ 51105-97
Характер воздействия на организм человека	оболочки глаз, носа, в тяжелых случаях – головокружение, неустойчивая походка, психическое возбуждение, замедление пульса, иногда – потеря сознания	ГОСТ 51105-97
Средства пожаротушения	Песок, кошма, распыленная вода, пенные огнетушители; при объемном тушении – углекислый газ	ГОСТ 51105-97

2.3 Система автоматического пожаротушения резервуарного парка

Объектом автоматизации является технологическое оборудование системы пожаротушения резервуарного парка нефтебазы, в состав которого входят:

- сырьевые насосы, задвижки и регулирующий клапан в помещении насосной пожаротушения;
- задвижки на трубопроводах в опорных пунктах управления и приготовления раствора пенообразователя;

- задвижки на трубопроводах подачи раствора пенообразователя к резервуарам нефтебазы;

- задвижки на трубопроводах подачи воды к резервуарам противопожарного запаса воды;

- технологическое оборудование инженерным системам, размещенное в зданиях насосной пожаротушения и опорных пунктах пенообразователя.

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) пожаротушения резервуарного парка нефтебазы выполнена в соответствии с требованиями, которые предъявляются к аппаратуре управления установок водяного и пенного пожаротушения, и предназначена для надежного и безопасного проведения технологического процесса пожаротушения резервуарного парка путем решения задач автоматизированного контроля и управления, к которым относятся:

- постоянный круглосуточный централизованный контроль за состоянием технологического оборудования и технических средств системы пожаротушения из помещения операторной насосной пожаротушения;

- автоматическое и дистанционное управление технологическим оборудованием и техническими средствами системы пожаротушения;

- автоматическое и дистанционное управление технологическим оборудованием и техническими средствами инженерных систем;

- формирование и представление оперативной и учетной информации по технологическому процессу пожаротушения и инженерным системам.

В АСУ ТП пожаротушения резервуарного парка нефтебазы предусмотрена функция диагностики на уровне выявления неисправных устройств и элементов: модулей, каналов и других компонентов. Для обмена данными между программируемыми контроллерами автоматизированной системы используется действующая волоконно-оптическая локальная вычислительная сеть объектов нефтебазы.

3. Оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения бензина

В соответствии со статьей 93 Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» величина индивидуального пожарного риска в зданиях, сооружениях и на территориях производственных объектов не должна превышать одну миллионную в год. Расчеты проводились при помощи программы ТОКСИ^{+Risk} 4.3.2, согласно ГОСТ Р 12.3.047-2012 и приказа МЧС РФ от 10.07.2009 № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (зарегистрировано в Минюсте России 17.08.2009 № 14541).

3.1 Исходные данные необходимые для расчета:

- парк хранения нефтепродуктов представлен десятью резервуарами РВС объемом по 1000 м³ и по 2000 м³. Резервуарный парк является опасным производственным объектом в соответствии с ФЗ № 116 от 21.07.1997, так как в резервуарном парке хранится бензин, представляющий собой горючее вещество, которое в смеси с воздухом легко формирует горючую смесь;

- хранимое вещество – бензин. Бензин – легковоспламеняющаяся жидкость (горючая жидкость по приложениям 1, 2 к Федеральному закону от 21.07.1997 № 116-ФЗ). Из анализа свойств вещества можно сделать вывод, что разрушение резервуара ведет к выбросу горючей жидкости на территорию промышленного объекта с возможностью последующего воспламенения или взрыва от источников воспламенения. Плотность огнетушащего вещества (ОВ) – 750 кг/м³;

- для расчета аварийной ситуации при выбросе бензина принимается максимальная масса вещества, заключенного в аварийном резервуаре;

- площадка хранения бензина оборудована обвалованием. Разлив ОВ происходит в земляное обвалование. Размер обвалования - $60 \times 28 \times 1,4$ метра. Соответственно площадь – 1680 м^2 . Объем – 2352 м^3 . Это позволяет вместить 100 % вещества при моментальном разрушении резервуара;

- метеоусловия: температура окружающей среды – плюс $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$, скорость ветра – $1,2 \text{ м/с}$, направление ветра в диапазоне $[0^\circ - 360^\circ] - 315^\circ$;

- масса горючего вещества в облаке – $142,00 \text{ кг}$;

- так как РВС используются в текущем состоянии на всем промежутке времени, то значение доли времени эксплуатации приняли равной единице;

- количество ОВ по объему которого 10 % составляет газовая фаза;

- типовой сценарий, методика МЧС (приказ № 404), резервуары с ЛВЖ при давлении близком к атмосферному ($T_{\text{всп.}} < T_{\text{окр.ср.}}$ или $T_{\text{вещ.}} > T_{\text{всп.}}$).

Вероятность полного разрушения РВС-2000 составляет 5×10^{-6} .

3.2 Расчет последствий разрушения

Расчет проводился на реальной подложке (карта объекта), где были определены площадные объекты, на которых указано число рискующих людей и коэффициент их присутствия. Число рискующих – соответствует максимальному числу людей, которые могут находиться на объекте.

Все люди, которые могут находиться на территории нефтебазы могут попасть в опасную зону поражения, относятся к группе персонала, третьи лица отсутствуют.

Далее определяется коэффициент присутствия персонала в рассчитываемых площадочных объектах. Коэффициент присутствия – среднее относительное время нахождения людей в заданной области за рассматриваемый промежуток времени. Значение коэффициента присутствия в течении года определяется как отношение годового фонда рабочего времени к общему количеству часов в году, где:

- годовой фонд рабочего времени (для 40-часовой рабочей недели, без учета отпусков составляет 1971 час), час.;
- число часов в году (число суток в году полагается равным 365).

На территории нефтебазы находится шесть площадочных объекта, присутствующий персонал которых может попасть в зону поражения, данные приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Площадочные объекты

Площадочный объект	Одновременно находящийся и рискующий персонал	Коэффициент присутствия
операторная слива	4 человека	0,23
слесарная	7 человек	0,23
операторная налива	2 человека	0,23
лаборатория	15 человек	0,23
административное здание	20 человек	0,23
Слесарная 1	3 человека	0,23

Для определения зон поражения, на ситуационном план наносится точка выброса внутри обвалования парка резервуаров для хранения бензина, и в контекстном меню аварийного оборудования задаются его характеристики.

На рисунке 3.1 представлено дерево исходов опасных событий, по которым будут производиться расчеты, с указанием ряда исходных данных.

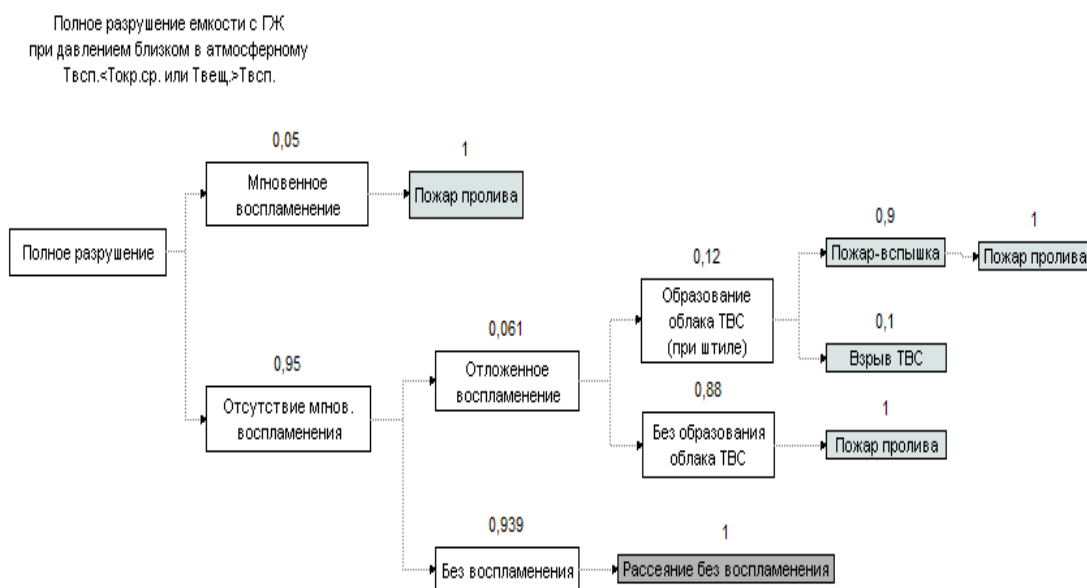


Рисунок 3.1 – Дерево исходов опасных событий

Условные вероятности опасных исходов:

- рассеяние без воспламенения 1,0;
- пожар пролива 1,0;
- пожар-вспышка 0,9;
- взрыв ТВС 0,1.

3.2.1 Описание сценария аварии – рассеяние без воспламенения

Выброс бензина на площадку хранения при разрушении РВС-2000.

Описание сценария аварии:

Разрушение РВС-2000 → выброс в окружающую среду опасного вещества → образование пролива ЛВЖ на подстилающую поверхность и его испарение → загазованность территории. Так как бензин не является токсичным веществом, зоны пороговой и смертельной токсодозы не рассчитываются.

3.2.2 Расчет последствий аварии по сценарию пожар пролива ГОСТ Р 12.3.047-2012.

Пожар пролива – поражающим фактором является тепловое воздействие за счет теплового излучения. Под воздействием теплового излучения возможен сильный перегрев оборудования с деформацией и потерей механической прочности.

Наибольшую опасность пожар пролива представляет для персонала, который может попасть в зону пожара. Гибель людей может наступить даже при кратковременном воздействии открытого огня в результате сгорания, ожогов или сильного перегрева.

Программа ТОКСИ+^{Risk} позволяет провести оценку зон действия таких опасных факторов, как:

- размер зон, ограниченных нижним концентрационным пределом распространения пламени (НКПР) газов и паров;
- интенсивность теплового излучения при пожарах проливов ЛВЖ и ГЖ для сопоставления с критическими (предельно допустимыми) значениями интенсивности теплового потока для человека и конструкционных материалов;
- размеры зоны распространения облака горючих газов и паров при аварии для определения оптимальной расстановки людей и техники при тушении пожара и расчета времени достижения облаком мест их расположения;
- другие показатели пожаровзрывоопасности технологического процесса, необходимые для анализа их опасности.

Описание сценария аварии:

Разрушение РВС-2000 → выброс в окружающую среду опасного вещества → образование пролива ЛВЖ на подстилающую поверхность и его испарение → воспламенение пролива → возникновение пожара пролива → тепловое воздействие горящего разлива на соседнее оборудование и персонал.

Расчет интенсивности излучения от пожара пролива произведен по Методике определения расчетных величин пожарного риска на ПО, 2009 / ГОСТ 12.3.047-98

Данные по расчету последствий аварии по сценарию пожар пролива приведены в таблице 7

Таблица 7 – Расчет последствий аварии по сценарию пожар пролива

Параметр поражения	Интенсивность излучения, кВт/м ²	Радиус зоны поражения, м.
Без негативных последствий	1,4	413,56
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2	253,66
Непереносимая боль через 20 сек.	7	194,91
Непереносимая боль через 3-5 сек.	10,5	152,73

Воспламенение древесины	13,9	126,68
Воспламенение резины	14,8	121,66

Также с помощью программы возможно самостоятельно определить:

- интенсивность теплового излучения в заданной точке пространства;
- расстояние от центра пролива по заданной интенсивности теплового излучения;
- расстояние от центра пролива по заданной вероятности тепловым излучением;
- вероятность поражения тепловым излучением в заданной точке пространства.

Производится расчет с дальнейшим формированием протокола и нанесением зон поражения на план.

Результат расчета зон поражения тепловым излучением при пожаре пролива представлен в приложении В

Зависимость рассчитанных величин представлена в виде графиков:

- график зависимости интенсивности излучения от расстояния приложение Г;
- график зависимости вероятности смертельного поражения от расстояния приложение Д.

Результат протокола «Оценка числа пострадавших при аварии пожар пролива» представлен в приложении Е.

3.2.3 Расчет последствий аварии по сценарию пожар-вспышка

«Методики определения расчетных величин пожарного риска на ПО, 2010/ГОСТ 12.3.047-2012»

Пожар-вспышка – сгорание облака предварительно перемешанной топливно-воздушной смеси без возникновения волн давления, опасных для людей и окружающих объектов.

Быстрое сгорание топливно-воздушной смеси, образовавшейся на территории объекта при выбросе углеводородных газов и паров, не приводит к уничтожению технологического оборудования и других сооружений, но кратковременное воздействие такого огня может стать причиной гибели человека. Данный фактор опасен для людей, находящихся на загазованных территориях.

Источники зажигания. Основные источники зажигания на нормально работающем оборудовании – проявление атмосферного электричества, разряды статического электричества и механические удары при отборе проб и замеры уровня, искры электроустановок и электрооборудования в невзрывоопасном исполнении, технологические огневые устройства факельных установок.

Описание сценария аварии:

Разрушение РВС-2000 → выброс в окружающую среду опасного вещества → образование пролива ЛВЖ на подстилающую поверхность и его испарение → образование облака ТВС → вспышка и сгорание смеси при наличии источника инициирования → поражение персонала высокотемпературными продуктами сгорания.

Протокол расчета размеров взрывоопасной зоны:

Исходные данные:

- масса паров ЛВЖ = 142,00 кг;
- НКПР = 1,500 % об.;
- плотность паров ЛВЖ = 5,08 кг/м³;
- плотность газа/пара при заданной температуре = 5,08 кг/м³.

Вычисление радиуса и высоты зоны, ограничивающей область концентраций, превышающей НКПР, для паров ЛВЖ.

Радиус зоны НКПР = 20,48 м.

Высота зоны НКПР = 0,68 м.

Радиус воздействия высокотемпературных продуктов сгорания
= 24,58 м.

Производится расчет с дальнейшим формированием протокола и нанесением зон поражения на план.

Результат протокола «Оценка числа пострадавших при аварии пожар-вспышка» представлены в приложении Ж.

3.2.4. Расчет последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси

Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей (ТВС) (РД 03-409-01 утверждена постановлением Госгортехнадзора России от 26.06.2001 № 25). Позволяет провести оценку различных параметров воздушных ударных волн и определить степени поражения людей и повреждения зданий при авариях с взрывом ТВС.

В случае взрыва ТВС, возможно, гибель и поражение персонала, находящегося в внутри или достаточной близости от парогазового облака. Кроме этого при взрыве парогазовой смеси, возможно, разрушение зданий и оборудования с последующим развитием аварии и воздействием других поражающих факторов.

Описание сценария аварии:

Разрушение РВС-2000 → выброс в окружающую среду опасного вещества → образование пролива ЛВЖ на подстилающую поверхность и его испарение → образование облака ТВС → взрыв облака ТВС при наличии источника инициирования → возникновение зоны избыточного давления → повреждение соседнего оборудования и поражение персонала ударной волной, огнем и осколками.

Основные поражающие факторы при аварии являются:

- ударная волна взрыва;

- летящие предметы, осколки, обломки при разрушении оборудования, обрушение зданий и сооружений.

Критерий поражения. РБ «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушной смеси».

Данные по расчету последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси (ТВС), давление-импульс, приведены в таблице 8

Таблица 8 – Расчет последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси (ТВС), давление-импульс

Критерий поражения	Давление и импульс, кПа	Радиус зоны поражения, м
Граница области значительных повреждений	19,992	42,56
Полное разрушение остекления	7	118,31
Границы области минимальных повреждений	6,041	132,37
50% разрушение остекления	2,499	272,09
10% и более разрушение остекления	2	330,35

Также, при помощи программы, возможно определение давления и импульса на заданном расстоянии.

«Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».

Данные по расчету последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси (ТВС), давление, приведены в таблице 9

Таблица 9 – Расчет последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси (ТВС)

Критерий поражения	Давление, кПа	Радиус зоны поражения, м
Полное разрушение зданий	100	-
Среднее повреждение зданий	28	26,11
Обслуживающий персонал получит серьезные повреждения с возможным летальным исходом. Имеется 10 % вероятность разрыва барабанных перепонки	24	33,14

Возможна временная потеря слуха или травмы в результате вторичных эффектов взрывной волны.	16	55,72
Умеренное повреждение зданий (повреждение внутренних перегородок, рам т.п.)	12	77,61
С высокой надежностью гарантируется отсутствие летального исхода или серьезных повреждений	5,9	134,81
Нижний порог повреждения человека волной	5	153,42
Малые повреждения (разбита часть остекления)	3	232,84

Классификация опасных зон разрушения:

- полное разрушение характеризуется разрушением или обрушением всех, или большей части несущих конструкций, капитальных стен. Восстановление разрушенных сооружений невозможно. Смертельная опасность для людей;

- средние разрушения характеризуются разрушением главным образом встроенных элементов (внутренних перегородок, дверей, окон, крыш) и отдельных менее прочных элементов, появление трещин в стенах. Вокруг зданий завалов не образуется, но отдельные обломки конструкций могут быть отброшены на значительное расстояние. Возможен капитальный ремонт. Машины и механизмы, получившие средние разрушения требуют отправки в ремонт. Возможно смертельное травмирование людей;

- слабые разрушения характеризуются разрушением оконных и дверных заполнений и легких перегородок, появление трещин в стенах верхних этажей. Возможен средний ремонт. Возможны травмы людей на открытой местности.

Данные по расчету последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси (ТВС), приведены в таблице 10

Таблица 10 – Расчет последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси

Критерий поражения	Давление, кПа	Радиус зоны поражения, м.
Люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, погибнут в результате прямого поражения УВ, под развалинами зданий или вследствие удара о твердые предметы.	190	-
		-

Наиболее вероятно, что все люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, либо погибнут, либо получат серьезные повреждения в результате действия взрывной волны, либо при обрушении здания или перемещения тела взрывной волной.	69	90,91
Люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, либо погибнут или получат серьезные повреждения барабанных перепонок и легких под действием взрывной волны, либо будут поражены осколками и развалинами зданий.	55	136,32
Обслуживающий персонал получит серьезные повреждения с возможным летальным исходом в результате поражения осколками, развалинами здания, горящими предметами и т.п.	24	223,49
Имеется 10 % вероятность разрыва барабанных перепонок. Возможна временная потеря слуха или травмы в результате вторичных эффектов взрывной волны, таких как, обрушение зданий и третичного эффекта переноса тела.	16	290,24
С высокой надежностью гарантируется отсутствие летального исхода или серьезных повреждений	5,9	594,09

Также при помощи программы, возможно определение расстояния, на котором достигается заданное давление.

Вероятные критерии по РБ «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей» (утверждена РТН № 159 от 20.04.2015).

Пробит-функция:

- определение вероятности отброса людей волной давления в заданной точке пространства;
- определение расстояния от эпицентра взрыва по заданной вероятности длительной потери управляемости людей (состояние нокдауна);
- определение расстояния от эпицентра взрыва по заданной вероятности отброса людей волной давления;
- определение вероятности разрыва барабанных перепонок у людей в заданной точке пространства;
- определение расстояния от эпицентра взрыва по заданной вероятности повреждения стен промышленных зданий, при которых возможно восстановление зданий без их сноса;

- определение расстояния от эпицентра взрыва по заданной вероятности разрыва барабанных перепонок у людей;
- определение вероятности длительной потери управляемости у людей (состояние нокдауна) в заданной точке пространства;
- определение вероятности повреждения стен промышленных зданий, при которых возможно восстановление зданий без их сноса, в заданной точке пространства;
- определение расстояния от эпицентра взрыва по заданной вероятности разрушения промышленных зданий, при которых здания подлежат сносу;
- определение вероятности разрушения промышленных зданий, при которых здания подлежат сносу в заданной точке пространства.

Вероятные критерии поражения по Методике МЧС:

- определение вероятности воздействия волны давления на людей, находящихся вне здания, на заданном расстоянии;
- определение расстояния от эпицентра взрыва по заданной вероятности воздействия волны давления на людей, находящихся в разрушенном здании;
- определение расстояния от эпицентра взрыва по заданной вероятности воздействия волны давления на людей, находящихся вне здания;
- определение вероятности воздействия волны давления на людей, находящихся в разрушенном здании, на заданном расстоянии.

Производится расчет с дальнейшим формированием протокола и нанесением зон поражения на план.

Результат расчета последствий воздействия ударных волн при взрыве ТВС представлен в приложении 3;

График пробит-функции или вероятности того или иного вида поражения в зависимости от расстояния от центра взрыва отображаются:

- график зависимости вероятного поражения от расстояния приложение И;
- график зависимости избыточного давления от расстояния приложение К;

- график зависимости импульса от расстояния приложение Л;

Результат протокола «Оценка числа пострадавших при аварии взрыв ТВС» представлены в приложении М.

3.3 Оценка риска и расчет последствий разрушения

Последним пунктом расчетов является обработка результатов расчета, построение полей потенциального риска и расчет количества жертв, при авариях на производственных объектах с участием опасных веществ.

Матрица риска программы ТОКСИ+^{Risk} представляет собой область ситуационного плана, ограниченного наиболее удаленными от места авариями зонами поражения. Область разбита на ячейки, в каждой из которых вычисляется значение потенциального риска. Таким образом, матрица риска является способом представления поля потенциального риска на ситуационном плане.

Расчет количества жертв основывается на анализе пересечений рассчитанных зон поражения и нанесенных на план площадных объектов в которых располагаются реципиенты. Протокол представляет собой таблицу, каждая запись которой соответствует найденному в ходе вычислений пересечению слоев при заданном направлении ветра. При расчете числа жертв принимается условие равномерности распределения людей внутри контура площадного объекта.

Причины возникновения аварийных ситуаций на промышленном объекте можно разделить на 3 группы:

- отказы (неполадки) оборудования;
- ошибочные действия персонала;
- внешние воздействия природного и техногенного характера.

На основании сравнительного анализа рассчитанных показателей риска аварии на территории резервуарного парка АО «Газпромнефть-Терминал»

представленных на F-N диаграмме (социальный риск), можно сделать вывод, что объект попадает в зону приемлемого риска.

В приложении Н представлено количество человек, попавших в зону действия опасных факторов при определенном сценарии аварии. Расчет погибших при определенных сценариях аварии представлено в приложении О.

В зоне действия основных поражающих факторов аварии населенные пункты не попадают.

Количественные показатели риска с детализацией по площадным объектам, а также ситуационный план аварийной ситуации, рассчитанные при помощи программы ТОКСИ+^{Risk} представлен в приложении П.

- коллективный риск – $3,3 \times 10^{-5}$ чел./год – ожидаемое количество пораженных, в результате возможных аварий за определенный период времени.

- индивидуальный риск – $6,4 \times 10^{-7}$ чел./год – частота поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых опасных факторов.

За время эксплуатации, на АО «Газпром-Терминал» аварий не зафиксировано. Ниже приведены сведения по травматизму на аналогичных ОПО и объектах с аналогичными опасными веществами в соответствии с ежегодными отчетными материалами Ростехнадзора.

Данные по распределению несчастных случаев со смертельным исходом на нефтебазах по травмирующим факторам, приведены в таблице 11

Таблица 11 – Распределение несчастных случаев со смертельным исходом на нефтебазах по травмирующим факторам

Травмирующий фактор	Число несчастных случаев со смертельным исходом	
	за 2014 год	за 2015 год
Термическое воздействие	10	3
Высота	0	0
Токсичные вещества	6	5
Взрывная волна	0	2
Разрушение технических устройств	2	1
Поражение электрическим током	1	0
Прочее	8	5

Всего	27	16
-------	----	----

Соизмеримость уровней риска с некоторыми величинами других рисков может быть проиллюстрирована по материалам Госкомстата РФ. То есть уровень технологического риска для персонала, меньше суммарного риска гибели от неестественных причин характерных для Кемеровской области.

Данные по другим рискам, приведены в таблице 12

Таблица 12 – Другие риски

Вид риска	Величина риска
мототранспорт	$2,04 \times 10^{-4}$
автотранспорт	$3,4 \times 10^{-5}$
прочий транспорт	$1,1 \times 10^{-5}$
алкогольное отравление	1×10^{-4}
другие отравления	$1,63 \times 10^{-4}$
при лечении	$2,52 \times 10^{-6}$
падении	$2,43 \times 10^{-5}$
пожар	$7,41 \times 10^{-5}$
утопление	$1,81 \times 10^{-4}$
удушение	$4,44 \times 10^{-5}$
другие	$1,6 \times 10^{-4}$
без уточнения	$2,45 \times 10^{-4}$
Всего	$1,87 \times 10^{-3}$

Приемлемый риск – это риск, уровень которого допустим и обоснован, исходя из социально-экономических соображений. Риск эксплуатации промышленного предприятия является приемлемым, если ради выгоды, получаемой от его эксплуатации, общество готово пойти на этот риск. Количественные характеристики приемлемого риска нормируются техническими регламентами или нормативными документами.

В соответствии со статьей 93 Федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», уровень

риска на нефтебазе при разрушении РВС, для персонала относится к «приемлемому уровню риска» [21].

В результате аварии (разрушение заполненного на 100 % допустимого объема резервуара РВС-2000 с бензином с последующим разливом и пожаром пролива), произошедшей на объекте Новокузнецкой нефтебазе АО «Газпромнефть-Терминал». Полностью уничтожен резервуар, незначительные повреждения получили несколько зданий предприятия, погиб один человек (из числа работающих на предприятии, имеющий на иждивении двух несовершеннолетних детей 5 и 11 лет) и два сотрудника получили травмы.

В соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ № 613 от 21.08.2000 г. «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» (в редакции от 15.04.2002 г.) в данной ситуации разлив бензина является чрезвычайной ситуацией регионального значения. В зависимости от объема разлившегося бензина и площади разлива на местности подобный случай относится к ЧС регионального значения – разлив до 5000 тонн нефти и нефтепродуктов либо разлив до 1000 тонн нефти и нефтепродуктов, выходящий за пределы административной границы субъекта Российской Федерации.

В общем случае возможный полный ущерб (P_y) при авариях на опасном объекте будет определяться прямыми ущербами ($U_{пр.}$), затратами на локализацию (ликвидацию последствий) аварии ($P_{л.}$), социально-экономическими потерями ($P_{сэ.}$) вследствие гибели и травматизма людей, косвенным ущербом ($U_{к.}$) и экологическим ущербом ($U_{э.}$).

4.1 Оценка экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на Новокузнецкой нефтебазе АО «Газпромнефть-Терминал» при разрушении РВС-2000 для хранения бензина. Расчет прямого ущерба

Прямой ущерб будет определяться ($U_{ПР.}$):

- потерями предприятия в результате уничтожения основных фондов (зданий, сооружений, оборудования) ($П_{О.Ф.У.}$);
- потерями предприятия в результате уничтожения товарно-материальных ценностей (продукция, сырье) ($П_{Т.М.Ц.}$);
- потерями предприятия в результате повреждения при аварии основных производственных фондов ($П_{О.Ф.П.}$);
- потерями в результате уничтожения имущества третьих лиц ($П_{Т.Л.}$).

Остаточная стоимость разрушенного резервуара (по бухгалтерским документам предприятия) составляет 20350000 руб. Утилизационная стоимость материальных ценностей составила 125000 руб.

Прямой ущерб, $U_{ПР.}$, в результате уничтожения при аварии основных производственных фондов (здание, оборудование) состоят:

Потери предприятия в результате уничтожения при аварии основных производственных фондов (резервуар):

$$П_{О.Ф.У.} = 20350000 - 125000 = 20225000 \text{ руб.}$$

Расчеты производились с учетом времени сбора и прибытия АСФ ОАО «Центр аварийно-спасательных и экологических операций» по сигналу о разливе бензина и доставки его к месту аварии. При расчете сил и средств учитываются следующие условия: время локализации разлива нефти на суше – 8 часов.

Таблица 13 – Результаты расчета массы испарившегося бензина при сценарии разрушении РВС-2000 на объекте Новокузнецкая нефтебаза АО «Газпромнефть-Терминал»

Наименование продукта	Масса разлива, т	Площадь разлива, м	Время существования разлива, ч	Масса испарившихся нефтепродуктов, кг
Бензин	1764	24021	6	13108,7

Потери предприятия в результате уничтожения продукции ($P_{Т.М.Ц.}$):

Коэффициент сбора – 79 %, средняя оптовая отпускная цена бензина на момент аварии равна 31000 руб./т. Потери сырья составят:

$$P_{Т.М.Ц.} = (m_{раз} - m_{исп.}) \cdot \text{руб./т., руб.} \quad (1)$$

$$P_{Т.М.Ц.} = (1764 - 13,187) \cdot 31000 = 54275203 \text{ руб.}$$

Потери предприятия в результате повреждения при аварии основных производственных фондов, $P_{О.Ф.Л.}$:

- стоимость ремонта и восстановления оборудования, машин – 220000 руб.;

- стоимость ремонта незначительно пострадавших соседних зданий (замена остекления, штукатурка) – 140000 руб.;

- стоимость услуг посторонних организаций (привлеченных к ремонту) – 80000 руб.;

- транспортные расходы, надбавки к заработной плате и затраты на дополнительную электроэнергию составили – 52000 руб.

Таким образом:

$$P_{О.Ф.Л.} = 220000 + 140000 + 80000 + 52000 = 492000 \text{ руб.}$$

Потерь в результате уничтожения имущества третьих лиц не произошло, поэтому: $P_{Т.Л.} = 0$ руб.

Таким образом:

$$U_{ПР.} = P_{О.Ф.Л.} + P_{Т.М.Ц.} + P_{О.Ф.Л.} + P_{Т.Л.} \quad (2)$$

$$U_{ПР.} = 20225000 + 54275203 + 492000 + 0 = 74992203 \text{ руб.}$$

4.2 Затраты на локализацию (ликвидацию последствий) и расследование причин аварии

Затраты на локализацию (ликвидацию последствий) ($P_{Л.}$) аварий определяются:

- расходы на локализацию (ликвидацию последствий) аварии ($P_{Л.}$);
- расходами на расследование причин аварии ($P_{Р.}$).

К основным расходам, составляющим затраты на локализацию (ликвидацию последствий) аварии, относят:

- затраты на питание ликвидаторов аварии ($Z_{П.}$);
- затраты на оплату труда ликвидаторов аварии ($Z_{ФЗП.}$);
- затраты на топливо и горюче-смазочные материалы ($Z_{ГСМ.}$);
- амортизацию используемого оборудования, технических средств, аварийно-спасательного инструмента ($Z_{А.}$).

4.2.1 Расходы на локализацию (ликвидацию последствий) аварии

1. Затраты на питание ликвидаторов аварии

Затраты на питание ($Z_{П.}$) рассчитывают, исходя из суточных норм обеспечения питанием спасателей, в соответствии с режимом проведения работ:

$$Z_{Псут} = \sum (Z_{Псут\ i} \times \chi_i), \quad (3)$$

где: $Z_{Псут}$ – затраты на питание личного состава формирований в сутки;

$Z_{Псут\ i}$ – суточная норма обеспечения питанием, руб/(сут. на чел.);

I – число групп спасателей, проводящих работы различной степени тяжести;

χ_i – численность личного состава формирований, проводящих работы по ликвидации последствий ЧС. Расчет необходимых сил и средств, для ликвидации разливов газового конденсата произведен на основе расчетов возможных максимальных объемов разливов газового конденсата. При расчете сил и средств учитываются следующие условия – время локализации разлива нефти на суше – восемь часов (принимается равным один день).

Тогда, общие затраты на питание составят:

$$Z_{П.} = (Z_{Псут. спас.} \times \chi_{спас} + Z_{Псут. др.ликв.}) \times D_{н.} \quad (4)$$

где: D_n – продолжительность ликвидации аварии, дней, в данном случае один день.

К работе в зоне ЧС привлекаются: 142 человек из них 102 человек выполняют тяжелую работу, а остальные 40 человека – работу средней и легкой тяжести.

Таблица 14 – Затраты на питание личного состава формирований, выполняющих работы различной степени тяжести

Наименование продукта	Работы средней тяжести		Тяжелые работы	
	Суточная норма, г/(чел.×сут.)	Суточная норма, руб/(чел.×сут.)	Суточная норма, г/(чел.×сут.)	Суточная норма, руб/(чел.×сут.)
Хлеб белый	400	5,85	600	8,77
Крупа разная	80	1,68	100	2,1
Макаронные изделия	30	0,96	20	0,64
Молоко и молокопродукты	300	3,3	500	7,00
Мясо	80	5,6	100	3,66
Рыба	40	2,44	60	0,90
Жиры	40	0,72	50	1,68
Сахар	60	1,44	70	5,50
Картофель	400	4,8	500	6,00
Овощи	150	3,75	180	4,50
Соль	25	0,28	30	0,33
Чай	1,5	0,47	2	0,63
Итого	-	31,3	-	41,64

По формуле рассчитываем, что затраты на питание личного состава формирований составят:

$$З_{л.} = (41,64 \times 102 + 31,3 \times 40) \times 1 = 5495 \text{ руб.}$$

Общие затраты на обеспечение питанием спасательных формирований составят $З_{л.} = 5495$ руб. Обеспечение питанием формирований РСЧС осуществляется в столовых и за счет средств Новокузнецкой нефтебазы АО «Газпромнефть-Терминал», на территории которого произошла ЧС.

2. Затраты на оплату труда ликвидаторов аварии

Расчет затрат на оплату труда проводят дифференцированно для каждой из групп участников ликвидации последствий ЧС в зависимости от величины их заработной платы и количества отработанных дней.

Расчет суточной заработной платы участников ликвидации ЧС проводят по формуле:

$$Z_{\text{фзп.сут}i} = (\text{мес. оклад} / 30) \times 1,15 \times C_i, \quad (5)$$

где: C_i – количество участников ликвидации ЧС i -ой группы.

Время ликвидации аварии составляет одни сутки.

Таблица 15 – Результаты расчета достаточности сил и средств, при максимально возможных разливах бензина

Вид техники	Количество	
	Количество имеющихся средств ЛЧС(Н)	Количество необходимых средств ЛЧС(Н)
Вакуумная установка ВАУ-2	1 ед.	1 ед.
Самосвал	1 ед.	1 ед.
Шанцевый инструмент	5 ед.	5 ед.
Экскаватор	1 ед.	1 ед.
Фронтальный погрузчик	1 ед.	1 ед.

Таким образом, суммарные затраты на оплату труда всем группам участникам ликвидации последствий ЧС составят:

$$Z_{\text{фзп.}} = \sum Z_{\text{фзп}i} = 42933 + 14750 + 56350 + 4121 + 6440 + 8333 = 132927 \text{ руб.}$$

Таблица 16 – Затраты на оплату труда участников ликвидации последствий ЧС связанных с разрушением РВС-2000

Наименование групп участников ликвидации	Заработная плата, руб./месяц	Численность, чел	ФЗП _{сут} , руб./чел.	ФЗП за период проведения работ для i-ой группы, руб.
Пожарные подразделения	35000	32	1342	42933
Отряд механизированной группы	42500	9	1639	14750
Отряд ручной разборки завалов	35000	42	1342	56350
Караул охраны завода	21500	5	824	4121
Медицинская служба	24000	7	920	6440
Водители различных Т/с	22000	10	843	8433
ИТОГО:				132927

В результате проведенных расчетов получим, что фонд заработной платы на оплату труда личного состава формирований РСЧС при проведении работ по ликвидации ЧС на территории Новокузнецкой нефтебазы АО «Газпромнефть-Терминал» с учетом периода проведения работ составит $Z_{ФЗП} = 132930$ руб.

3. Затраты на горюче-смазочные материалы

Расчет затрат на горюче-смазочные материалы ($Z_{ГСМ}$) определяется по формуле:

$$Z_{ГСМ} = V_{бенз.} \times C_{бенз.} + V_{диз.т.} \times C_{диз.т.} + V_{мот.м.} \times C_{мот.м.} + \\ + V_{транс.м.} \times C_{транс.м.} + V_{спец.м.} \times C_{спец.м.} + V_{пласт.см.} \times C_{пласт.м.} \quad (6)$$

где: $V_{бенз.}$, $V_{диз.т.}$, $V_{мот.м.}$, $V_{транс.м.}$, $V_{спец.м.}$, $V_{пласт.см.}$ – количество использованного бензина, дизельного топлива, моторного масла, трансмиссионного масла, специальных масел, пластичных смазок соответственно, л;

$C_{бенз.}$, $C_{диз.т.}$, $C_{мот.м.}$, $C_{транс.м.}$, $C_{спец.м.}$, $C_{пласт.м.}$ – стоимость бензина, дизельного топлива, моторного масла, трансмиссионного масла, специальных масел, пластичных смазок соответственно, л/руб.

Цены (за 1 литр) на топливо и горюче-смазочные материалы: бензин – 27 руб.; дизельное топливо – 35 руб.; моторное масло – 49 руб.; трансмиссионное масло – 74 руб.; специальное масло – 68 руб.; пластичные смазки – 46 руб.

В таблице 17 приведен перечень транспортных средств, используемых при ведении АСДНР на территории Новокузнецкой нефтебазы АО «Газпромнефть-Терминал» и нормы расхода горюче-смазочных материалов приведенной техники.

Таблица 17 – Техника и нормы расхода горюче-смазочных материалов

Тип автомобиля	Кол-во	Расход бензина, л	Расход дизельного топлива, л	Расход моторного/транс-го/спец. масел, л	Расход смазки, кг
Пожарная автоцистерна	4	-	1860	2,2/0,3/0,1	0,2
Вакуумная установка ВАУ-2	1	-	300	2,1/0,3/0,1	0,25
Автотопливозаправщик	3	-	530	2,1/0,3/0,1	0,2
Самосвал	6	-	2700	2,1/0,3/0,1	0,25
Фронтальный погрузчик	1	-	250	2,2/0,3/0,1	0,2
АСМ-41-011 на базе ВАЗ-2131	1	40	-	2,2/0,25/0,1	0,25
Экскаватор	1	-	360	2,8/0,4/0,1	0,3
Автобус	2	360	-	2,1/0,3/0,1	0,3
ИТОГО	19	400	6000	17,8/2,45/0,8	1,95

Общие затраты на ГСМ составят:

$$Z_{ГСМ} = 400 \times 27 + 6000 \times 35 + 17,8 \times 49 + 2,45 \times 74 + 0,8 \times 68 + 1,95 \times 46 = 221998 \text{ руб.}$$

На обеспечение техники горюче-смазочными материалами потребуется:

$$Z_{ГСМ} = 222000 \text{ руб.}$$

4. Затраты на амортизацию используемого оборудования и технических средств

Величина амортизации используемого оборудования, технических средств определяется, исходя из их стоимости, нормы амортизации и количества дней, в течение которых это оборудование используется, по следующей формуле:

$$З_A = [(H_a \times C_{cm} / 100) / 360] \times D_n, \quad (7)$$

где: H_a – годовая норма амортизации данного вида ОПФ, %;

C_{cm} – стоимость ОПФ, руб.;

D_n – количество отработанных дней.

Таблица 18 – Расчет величины амортизационных отчислений для используемой техники

Наименование использованной техники	Стоимость, руб.	Кол-во, ед.	Количество отработанных дней	Годовая норма амортизации, %	Амортизационные отчисления, руб.
Пожарная автоцистерна	2420000	4	1	10	2700
Вакуумная установка ВАУ-2	460000	1	1	10	130
Автотопливо-заправщик	2737000	3	1	10	2280
Самосвал	1800000	6	1	10	3000
Фронтальный погрузчик	960000	1	1	10	270
АСМ-41-011 на базе ВАЗ-2131	590000	1	1	10	170
Экскаватор	2100000	1	1	10	590
Автобус	1560000	2	1	10	870
Итого					10010

Результаты расчетов затрат за использование оборудования и технических средств, необходимых для локализации пожара и ликвидации ЧС составляют $З_A = 10010$ руб.

Расходы на локализацию (ликвидацию последствий) аварии:

$$P_L = З_{П.} + З_{ФЗП.} + З_{ГСМ.} + З_A. \quad (8)$$

$$P_{\text{Л}} = 5495 + 132920 + 222000 + 10010 = 370\,500 \text{ руб.}$$

4.2.2 Расходы на расследование причин аварии

Затраты на расследование причин аварии принимаем в размере 30 % от расходов на локализацию (ликвидацию последствий) аварии:

$$P_{\text{Р}} = 111150 \text{ руб.}$$

Таким образом затраты на локализацию (ликвидацию последствий) аварии при разрушении РВС-2000 с бензином на Новокузнецкой нефтебазе АО «Газпромнефть-Терминал» составят:

$$P_{\text{Л}} = P_{\text{Л}} + P_{\text{Р}}. \quad (9)$$

$$P_{\text{Л}} = 370500 + 111150 = 481650 \text{ руб.}$$

4.3 Социально-экономические потери

В социально-экономические последствия ЧС(Н) включаются затраты на компенсацию и проведение мероприятий вследствие гибели и травмирования персонала (расчет потерь производится согласно РД 03-496-02).

$$P_{\text{СЭ}} = P_{\text{Г.П.}} + P_{\text{Т.П.}} \quad (10)$$

$$P_{\text{Г.П.}} = S_{\text{ПОГ.}} + S_{\text{П.К.}} \quad (11)$$

$$P_{\text{Т.П.}} = S_{\text{В.}} + S_{\text{И.П.}} + S_{\text{М.}} \quad (12)$$

где: $P_{\text{СЭ}}$ – социально-экономические потери, руб.;

$P_{\text{Г.П.}}$ – затраты, связанные с гибелью персонала, руб.;

$P_{\text{Т.П.}}$ – затраты, связанные с травмированием персонала, руб.;

$S_{\text{ПОГ.}}$ – расходы по выплате пособий на погребение погибших, руб.;

$S_{\text{П.К.}}$ – расходы на выплату пособий в случае гибели кормильца, руб.;

$S_{\text{В.}}$ – расходы на выплату пособий по временной нетрудоспособности, руб.;

$S_{\text{И.П.}}$ – расходы на выплату пенсий лицам, ставшим инвалидами, руб.;

S_M – расходы, связанные с повреждением здоровья пострадавшего, на его медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию, руб.

Средняя стоимость оказания ритуальных услуг, в местности, где произошла авария – $S_{\text{пог}}$ равняется 60000 руб.

На иждивении погибшего находилось двое детей 5 и 11 лет. Периоды выплаты пенсий по случаю потери кормильца составляют соответственно:

$$(18 - 5) \times 12 = 156 \text{ мес.};$$

$$(18 - 11) \times 12 = 84 \text{ мес.}$$

Таким образом, весь период осуществления выплаты по случаю потери кормильца составит 240 месяцев.

Средний месячный заработок погибшего составлял 30000 тыс. руб.

Таким образом, размер ежемесячной выплаты на каждого ребенка составит:

$$30000 / 3 = 10000 \text{ руб.}$$

Общая величина выплаты по случаю потери кормильца составит:

$$S_{\text{п.к.}} = 10000 \times 240 = 2400000 \text{ руб.}$$

Таким образом затраты, связанные с гибелью персонала, будут равняться:

$$П_{\text{г.л.}} = 60000 + 2400000 = 2460000 \text{ руб.}$$

Выплаты пособия по временной нетрудоспособности пострадавшим (при средней месячной зарплате, равной 30000 руб. и 21-м рабочем дне в месяце, когда произошла авария, и периоде до установления стойкой нетрудоспособности со дня аварии, равном десяти рабочим дням) составят на каждого работника:

$$S_B = (30000/21) \times 10 \times 2 = 28570 \text{ руб.}$$

Расходы, связанные с повреждением здоровья пострадавших, на их медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию составили (принимая условие, что оба пострадавших, проходили одинаковое медицинское обслуживание в течении 10 рабочих дней):

$$S_M = (C_K + C_{\text{л.}}) \times D_n \times 2 \quad (13)$$

где: C_K – стоимость одного койко-дня при соответствующем виде лечения;

C_L – расходы на приобретение необходимых лекарственных средств;

D_n – продолжительность лечения, дней.

$$S_M = (650 + 300) \times 10 \times 2 = 19000 \text{ руб.}$$

Также принимаем, что травмирование не повлекло за собой потерю трудоспособности и поэтому расходы на выплату пенсий лицам, ставшим инвалидам:

$$S_{И.П.} = 0 \text{ руб.}$$

Таким образом затраты, связанные с травмированием персонала, будут равны:

$$П_{Т.П.} = 28570 + 19000 + 0 = 47570 \text{ руб.}$$

Исков о возмещении морального вреда со стороны потерпевших или их родственников не последовало.

Результат социально-экономических потерь при разрушении РВС-2000 на Новокузнецкой нефтебазе АО «Газпромнефть-Терминал» составит:

$$П_{С.Э.} = 2460000 + 47570 = 2507570 \text{ руб.}$$

4.4 Косвенный ущерб

Косвенный ущерб будет определяться: величиной доходов, недополученных предприятием в результате простоя; зарплатой и условно-постоянными расходами предприятия за время простоя; убытками, вызванными уплатой различных неустоек, штрафов, пени; убытками третьих лиц из-за недополученной ими прибыли.

Установка продолжает работать по резервной схеме предусмотренной на случай аварии.

Убытки, вызванные уплатой различных штрафов, пени и прочего, не учитываются, так как на предприятие не накладывались.

Так как соседние организации не пострадали от аварии, недополученная прибыль третьих лиц не рассчитывается.

Таким образом, косвенный ущерб будет равен:

$$Y_K = 0 \text{ руб. [22]}$$

4.5 Экологический ущерб

Степень загрязнения атмосферы вследствие разлива бензина определяется массой летучих низкомолекулярных углеводородов, испарившихся с покрытой бензином поверхности земли или водоема.

Учитывая особенности расположения опасного объекта, при расчете экологического ущерба оценке подвергалась только составляющая, связанная с загрязнением атмосферного воздуха, определяемая следующим соотношением:

$$Y_{K.A.} = 5K_I C_A M_I \quad (14)$$

где: $Y_{K.A.}$ – ущерб, подлежащий компенсации, от выбросов углеводородов в атмосферу при аварийном разливе, руб. [23];

K_I – коэффициент инфляции;

M_I – масса испарившихся летучих, низкомолекулярных углеводородов нефти;

C_A – ставка платы за выброс одной тонны углеводородов в атмосферу в пределах установленного лимита, руб./т.

Находим M_I :

Если в результате аварии нефть загрязняет только землю или только водный объект, то соответственно в формуле слагаемое $M_{и.в.}$ или $M_{и.п.}$ принимается равным нулю.

Находим C_A .

$$C_{a.} = H_{б.а.} \cdot K_{э.а.} \quad (15)$$

$H_{б.а.}$ – базовый норматив платы за выброс одной тонны углеводородов в атмосферу в пределах установленного лимита, руб./т;

$K_{э.а.}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферы в заданном регионе.

$$C_{а.} = 1,29 \cdot 50 = 64,5$$

$$У_{К.А.} = 5 \cdot 2,67 \cdot 64,5 = 861,08$$

Таким образом: $У_{К.А.} = 861$ руб.

В результате проведенного расчета суммарный ущерб от аварии составляет:

$$П_{у.} = У_{пр.} + П_{л.} + П_{сэ.} + У_{к.} + У_{э.} \quad (16)$$

$$П_{у.} = 74992203 + 481650 + 2507570 + 0 + 861 = 77982284 \text{ руб.}$$

Анализируя результаты, приведенные в разделе, можно сделать вывод о том, что авария может повлечь за собой большой материальный ущерб и привести к значительным затратам при восстановлении производства.

Таблица 19 – Итоговая таблица значений

Вид ущерба	Величина ущерба, тыс. руб.
Прямой ущерб	74992
Затраты на локализацию аварии	481,65
Социально-экономические потери	2507,57
Косвенный ущерб	0
Экологический ущерб	861
Итого:	77 982284

Анализируя результаты, приведенные в разделе, можно сделать вывод о том, что авария повлечет за собой большой материальный ущерб и привести к значительным затратам при восстановлении производства.

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места лаборанта химического анализа на Новокузнецкой нефтебазе АО «Газпромнефть–Терминал»

Лаборатория предназначена для проверки качества нефтепродуктов.

Режим работы объекта – 365 дней в году при двух сменной работе с 11 часовым рабочим днем.

К работе по профессии лаборант химического анализа, допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр при приеме на работу; имеющие медицинское заключение о пригодности к работе и не имеющие медицинских противопоказаний к работе в опасных и вредных условиях труда; прошедшие теоретическое и практическое обучение, проверку знаний требований безопасности труда в установленном порядке и получившие допуск к самостоятельной работе.

В лаборатории используется следующее оборудование:

- аппарат ТВЗ-ЛАБ-01 для определения температуры вспышки в закрытом тигле;
- АФС-1р анализатор фракционного состава нефтепродуктов;
- измеритель предельной температуры фильтруемости;
- ТОС-ЛАБ-02 аппарат для определения фактических смол в моторном топливе и тд.

В лаборатории выявлены вредные факторы:

- шум;
- микроклимат;
- опасность поражения электрическим током;
- освещение.

5.2. Анализ опасных и вредных факторов

5.2.1 Производственный шум

В химической лаборатории был выявлен такой вредный фактор, как шум от работающей вентиляции. Параметры шума представлены в таблице 20

Таблица 20 – Параметры шума

Характеристика уровня шума, дБА	
допустимый	фактический
50	54

Помещение лаборатории было построено еще в советские годы, и основная часть механического оборудования морально устарело и изрядно изнашивается, оно требует полной замены, на современное оборудование которое отвечает всем требованиям ГОСТ 12.1.003-83 [24].

Шум – обще физиологический раздражитель с наиболее изученным влиянием. Интенсивный шум при постоянном воздействии приводит к профессиональному заболеванию-тугоухости.

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [25].

5.2.2 Микроклимат производственных помещений

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей. Работа в лаборатории относится ко второй категории выполняемых работ с интенсивностью энергозатрат 151-200 ккал/ч (175-232Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в

положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения в соответствии с СанПиНом 2.2.4.548-96 и характеризуется следующими параметрами микроклимата, параметры, представленные в таблице 21.

Таблица 21 – Параметры микроклимата

Параметры микроклимата в холодное время	Параметры микроклимата в теплое время
температура воздуха 19 – 21 °С	температура воздуха 20 – 22 °С
относительная влажность не более 60 – 40 %	относительная влажность не более 60 – 40 %
скорость движения воздуха не более 0,2 м/с	скорость движения воздуха не более 0,2 м/с

В лаборатории параметры микроклимата в разные периоды года не превышают установленных норм и характеризуются следующими параметрами, представленными в таблице 22.

Таблица 22 – Микроклимат лаборатории

Параметры микроклимата лаборатории		
температура воздуха 19 – 22 °С	относительная влажность не более 44 – 58 %	скорость движения воздуха не менее 0,15 м/с

Микроклимат аналитической лаборатории отвечает установленным нормам СанПиН 2.2.4.548 - 96 [26].

Важнейшим техническим мероприятием, обеспечивающим охрану здоровья рабочих, является вентиляция.

Вентиляция в лаборатории осуществляется как искусственным, так и естественным путем. Естественная вентиляция (аэрация) осуществляется за счет проветривания через окна, а искусственная вентиляция выполняется за счет вытяжных шкафов.

5.2.3 Опасность поражения электрическим током

Практически все проводимые анализы в химической лаборатории связаны с применением электрических приборов и электрического оборудования от сети в 220 В, то наиболее опасным производственным фактором является поражение электрическим током лаборанта.

Для предупреждения поражения электрическим током в лаборатории применяются защитное заземление, зануление. Ведение журнала приема сдачи смены, где указывается исправность электрического оборудования.

5.2.4 Производственное освещение

Производственное освещение – это тип освещения, являющийся обязательным для всех производственных помещений и предназначенный для обеспечения нормального выполнения какой – либо деятельности, прохода людей, движения транспорта.

Для нормальной работы всех технологических процессов в период недостаточного естественного освещения применяются дополнительные источники света и локальное освещение рабочих мест на оборудовании лампами накаливания. Контроль за обеспечением норм по освещенности рабочих мест возлагается на специалистов службы охраны труда и промышленной безопасности (СП 52.13330.2011).

Рассчитываем на примере химической лаборатории.

Размеры лаборатории:

- длина 6 м;
- ширина 5 м;
- высота 3 м;
- число окон – 2 (размер 1,5х1,2 м);

Наиболее распространенными источниками света для таких параметров являются люминесцентные лампы.

Полученная из СП 52.13330.2011 величина освещенности корректируется с учетом коэффициента запаса.

Значения нормируемой освещенности выбираем $E = 300$ Лк, коэффициент запаса $K = 1,5$.

В зависимости от типа светильников существует наивыгоднейшее расстояние между светильниками $\lambda = L/h$, где L – расстояние между светильниками, h – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для светильников ШОД равна 3,0 м, высота рабочей поверхности – 0,8 м.

Значение $h = 3,0 - 0,8 = 2,2$ м. Значение λ для светильников ШОД = 1,2. Отсюда, $L = 1,2 \times 2,2 = 2,64$

Расстояние от стен помещения до крайних светильников может рекомендоваться равным $1/3L$. Сопоставляя, размеры помещения с полученными данными определяем число светильников – 4.

Величина светового потока лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{n \cdot \eta}$$

где: Φ – световой поток каждой из ламп, лм;

$E = 300$ – минимальная освещенность, лк;

$K = 1,5$ – коэффициент запаса;

$S = 30$ – площадь помещения, кв.м;

$n = 8$ – число ламп в помещении;

$\eta = 0,37$ – коэффициент использования светового потока (в долях единицы);

$Z = 0,9$ – коэффициент неравномерности освещения.

Значение коэффициента η определяется из СП 52.13330.2011 Для определения коэффициента использования светового потока необходимо знать индекс помещения i , значения коэффициентов отражения стен $\rho_{ст}$ и потолка $\rho_{п}$ и тип светильника. Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h(A + B)}$$

где: $S = 30$ - площадь помещения, м^2

h – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м;

B, A – стороны помещения, м.

Коэффициент отражения потолка – 50 %,

Коэффициент отражения стен – 30 %.

$i=1,01$

Коэффициент использования светового потока при использовании светильников ШОД и индексе помещения 1,01 равен 0,37.

Коэффициент неравномерности освещения равен 0,9, т.к. используются люминесцентные лампы.

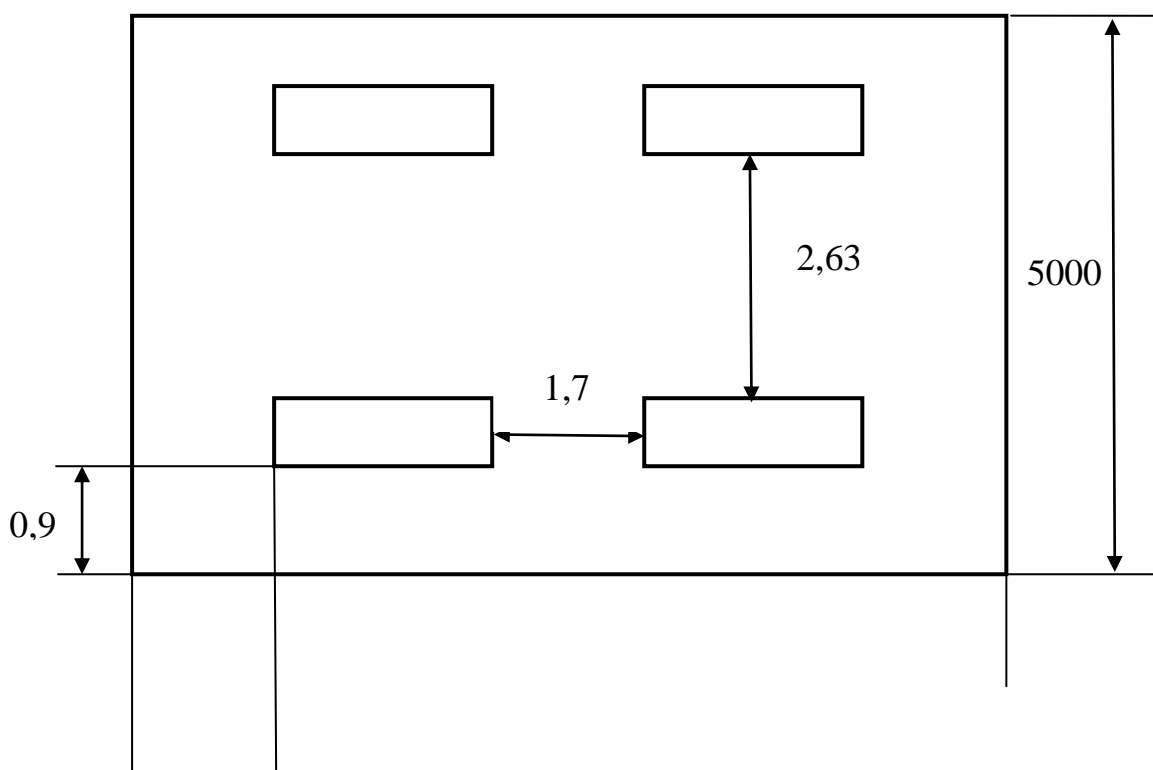
Площадь помещения S равна 30 м^2 . ($A=6$; $B=5$)

Далее используя все данные, рассчитаем величину светового потока.

$\Phi = 4104,7 \text{ Лм}$

Исходя из СП 52.13330.2011, выбираем мощность ламп. Лампы ЛХБ две мощностью 80 Вт, по 40 Вт каждая.

Система освещения состоит из четырех светильников ШОД-2-40, каждый из которых имеет по 2 люминесцентные лампы ЛХБ мощностью 40 Вт. Светильники расположены симметрично [27].



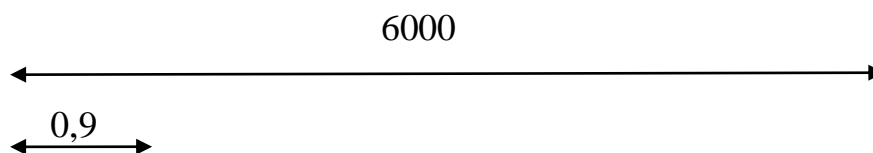


Рисунок 5.1 – план потолка с расположением светильников

5.3 Охрана окружающей среды

В лаборатории в большом количестве для проведения анализов, а также для мытья лабораторной посуды используются разные кислоты.

На предприятии применяется два вида заборной воды: производственно-ливневая, которая используется для нужд технологического процесса и участвуют в замкнутом кругообороте воды. Другой вид заборной воды – это хозяйственно-бытовая вода, применяемая для бытовых нужд. Сточная вода из лаборатории соединяется с хозяйственно-бытовыми стоками и поступает на фильтровально-очистную станцию, стоки имеют кислую рН - среду. Для нейтрализации кислой среды в сточных водах применяется гашеная известь (5 – 10 %-й раствор).

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

На предприятии Новокузнецкой нефтебазе АО «Газпромнефть-Терминал» в химической лаборатории применяются:

- коллективный договор;
- инструкция по охране труда;
- противопожарная инструкция;
- инструкция по безопасной работе с электроприборами;
- должностная инструкция для лаборантов;
- методики выполнения анализов на основании различных стандартов, например, ГОСТ 2177-99 и др.

Коллективный договор заключается между работодателем и работником. В нем говорится о правах и обязанностях как работника так работодателя.

Прописан режим работы и отдыха и т.д., и т.п.

Инструкция по охране труда на предприятии нужна для обеспечения безопасной работы, а также для предотвращения несчастных случаев.

Противопожарная инструкция, необходима для соблюдения правил противопожарной безопасности в лаборатории. Обучает методам ликвидации очагов возгорания и оказания первой доврачебной помощи и т.д.

Инструкция по безопасной работе с электроприборами.

Данная инструкция обучает безопасному использованию всех электроприборов, а также оказания первой доврачебной помощи при поражении электрически током.

Должностная инструкция для лаборантов.

В этой инструкции говорится о правах и обязанностях лаборанта при выполнении своих должностных обязанностей. О правилах приема и сдачи смены.

Методики выполнения анализов на основе ГОСТ 2177-99. Все выполняемые анализы в аналитической лаборатории выполняются согласно методикам, которые разработаны согласно ГОСТ 1567-97 специальной аккредитованной лабораторией. [33]

Вывод:

В данной работе были выявлены вредные такие, как:

- шум от работающей вентиляции – требуется замена вентиляции;
- опасность поражения электрическим током – для предупреждения поражения электрическим током в лаборатории применяются защитное заземление, зануление. Ведется журнала приема сдачи смены, где указывается исправность электрического оборудования;
- микроклимат соответствует нормам;
- было рассчитано освещение помещения лаборатории.

Заключение

По статистике аварии на нефтеперерабатывающем предприятии чаще всего происходят по таким причинам как:

- ошибочными действиями персонала;
- разгерметизация (разрыв) хранилища;
- отказами (неполадками) оборудования;
- внешними воздействиями природного и техногенного характера.

Предотвращение пожаров и взрывов является важнейшей составной частью общей проблемы обеспечения пожаро- и взрывобезопасности различных объектов, и поэтому ей уделяется первостепенное внимание при решении вопросов защиты объектов при аварии. Решение которых в свою очередь предусматривает оценку пожаро- и взрывоопасных производств и назначение различных мероприятий организационного и технического характера, которые регламентируются различными нормативными документами

В ходе работы были сделаны следующие выводы:

- нефтебаза является потенциально опасным производственным объектом, подлежащий обязательному декларированию. Основными причинами возникновения ЧС является человеческий фактор (80 %);
- по древу событий полного разрушения РВС-2000 выявлены следующие опасные исходы: пожар-пролив; пожар-вспышка и взрыв ТВС;
- при помощи программы ТОКСИ+^{Risk} рассчитаны коллективный и индивидуальный риск при разрушении резервуара хранения бензина объемом 2000 м³. Коллективный риск составил – $3,3 \times 10^{-5}$ чел/год; индивидуальный риск – $6,4 \times 10^{-7}$ чел/год. Согласно статьи 93 Федерального закона № 123-ФЗ риски являются приемлемыми;
- произведен расчет экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на Новокузнецкой нефтебазе АО «Газпромнефть-Терминал», который составляет 77 982284руб.

Список используемых источников

1. Бушуев В.В. Нефтяная промышленность России. Проект / В.В. Бушуев, Крюков В.А. – М.: ИАЦ Энергия, 2010. – 160 с.
2. Сводная информация по запасам нефти, газа и прочее [Электронный ресурс] / 2016. Режим доступа: <http://www.нефть-газ-ископаемые.рф/zapasi-nefti-v-mire-po-stranam>. Дата обращения: 10.01.2017 г.
3. Словари и энциклопедии [Электронный ресурс] / 2016. Режим доступа: <http://academic.ru>. Дата обращения: 10.01.2017 г.
4. Управление экологической безопасностью: учебно-практическое пособие / Э.Р. Черняховский – М.: Издательство Альфа-Пресс, 2007. – 269-273
5. Гурбанова А.Г. Причины и последствия аварий на АЗС. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования: научная работа / А.Г. Гурбанова, Е.Г. Локтионова – Астрахань.: Издательство Астраханский государственный университет 2015. – 281-292
6. Классификация продуктов переработки нефти / В.И. Александрова // Горный информационно-технический бюллетень. – 2009. – № 11. – С. 87-100.
7. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон от 21 июля 1997 № 116-ФЗ // Российская газета. – 1997. - № 37.
8. РИА новости. Справка [Электронный ресурс] / 2017. Режим доступа: <https://ria.ru/spravka>. Дата обращения: 10.01.2017 г.
9. Глебова Е.В. Снижение риска аварийности и травматизма в нефтегазовой промышленности на основе модели профессиональной пригодности операторов: диссертация на соискание ученой степени д. т. н. / Е.В. Глебова – М.: РГУНГ им. И.М. Губкина, 2009. – 330 с.
10. Отчёты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (годовые) [Электронный ресурс] / 2017.

Режим доступа: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/. Дата обращения: 10.01.2017 г.

11. Федоров А.В. Автоматизированный контроль взрывопожароопасности и экологической напряженности воздушной среды объектов топливно-энергетического комплекса. Тезисный доклад 3-й международной конференции Проблемы управления в чрезвычайных ситуациях / А.В. Федоров – М.: Институт проблем управления, 1995. – С. 143-145.

12. Федоров А.В. Прогнозирование и моделирование развития аварийных ситуаций, связанных с загазованностью воздушной среды промышленных объектов. Тезисный доклад 3-й международной конференции Проблемы управления в чрезвычайных ситуациях / А.В. Федоров – М.: Институт проблем управления, 1995. – С. 101-103.

13. Марчук Г.И. Методы математического моделирования в проблеме окружающей среды / Г.И. Марчук – М.: Наука, 1982. – 317 с.

14. Шевердин А.В. Оценка массы парогазового облака, образующегося при аварийной разгерметизации оборудования нефтеперерабатывающих предприятий: диссертация на соискание ученой степени к. т. н. / А.В. Шевердин – Уфа: УГНТУ, 2001. – 27 с.

15. Давыдова Е.В. Совершенствование метода расчёта параметров потенциальной опасности оборудования установок нефтеперерабатывающих предприятий: диссертация на соискание ученой степени к. т. н. / Е.В. Давыдова – Уфа: УГНТУ, 2008. – 12-13 с.

16. Федоров А.В. Разработка автоматизированного комплекса взрыво- и пожарозащиты объектов нефтепереработки на примере Московского нефтеперерабатывающего завода: диссертация на соискание ученой степени к. т. н. / А.В. Федоров – М.: ВИПТИШ МВД России, 1993. – 230 с.

17. Федоров А.В. Автоматизированный контроль взрывопожароопасности и экологической напряженности воздушной среды объектов топливно-энергетического комплекса. Тезисный доклад 3-й международной

конференции Проблемы управления в чрезвычайных ситуациях / А.В. Федоров – М.: Институт проблем управления, 1995. – С. 143-145.

18. ГОСТ Р 52910-2008 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия [Электронный ресурс] / Библиотека ГОСТов – Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/44/44274.shtml>. Дата обращения: 01.05.2017 г.

19. ГОСТ 31385-2008 Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. [Электронный ресурс] / Библиотека ГОСТов – Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/48/48615.shtml>. Дата обращения: 01.05.2017 г.

20. СНиП 2.11.03-93 Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы [Электронный ресурс] / Библиотека ГОСТов и нормативов – https://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/1/1887/. Дата обращения: 30.04.2017 г.

21. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22 июля 2008 № 123-ФЗ // Российская газета. – 2008. - № 35

22. РД 03-496-02 Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах [Электронный ресурс] / Библиотека ГОСТов и нормативов – http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/44/44716/. Дата обращения: 30.04.2017 г.

23. Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах [Электронный ресурс] / Библиотека ГОСТов и нормативов – http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/44/44716/. Дата обращения: 05.05.2017 г.

24. ГОСТ 12.1.003-83 система стандартов безопасности труда общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Электронный

ресурс] / Файловый архив для студентов. Все предметы. Все вузы – Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/949760/>. Дата обращения: 25.04.2017 г.

25. СН 2.2.4/2.1.8.562 -96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой информации и нормативно-технической документации – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901703278>. Дата обращения: 30.04.2017 г.

26. СанПиН 2.2.4.548 - 96 Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548 - 96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. № 21) [Электронный ресурс] / Система ГАРАНТ – Режим доступа: <http://base.garant.ru/4173106/>. Дата обращения: 30.04.2017 г.

27. Гришагин В.М. Расчеты по обеспечению комфорта и безопасности / В.Я. Фарберов, В.М. Гришагин. – Томск.: Издательство ТПУ, 2007. – 132-137

28. Приказ от 16 февраля 2009г. N 45н [Электронный ресурс] / Фармацевтические нормативные документы. Режим доступа: <http://www.webapteka.ru/phdocs/doc15468.html>. Дата обращения: 01.05.2017 г.

29. ГОСТ 12.4.103-83 ССБТ. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой информации и нормативно-технической документации – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-4-103-83-ssbt>. Дата обращения: 01.05.2017 г.

30. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования (с изменением № 1) [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой информации и нормативно-технической документации – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200071148>. Дата обращения: 01.05.2017 г.

31. ГОСТ Р 12.3.047-2012 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

[Электронный ресурс] / Система ГАРАНТ – Режим доступа: <http://base.garant.ru/3923968/>. Дата обращения: 01.05.2017 г.

32. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение». Санитарные нормы [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой информации и нормативно-технической документации – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901703278>. Дата обращения: 10.05.2017 г.

33. ГОСТ 1567 - 97 Межгосударственный стандарт бензины автомобильные и топлива авиационные. Дата введения 01.07.1999 г. [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой информации и нормативно-технической документации – Режим доступа: https://ohranatruda.ru/ot_biblio//normativ/data_normativ/20/20177/index.php. Дата обращения: 01.05.2017 г.

34. Электронный фонд правовой информации и нормативно-технической документации [Электронный ресурс] / 2017. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-1567-97>. Дата обращения: 01.05.2017 г.

Приложение А

Статистика пожаров на АЗС и нефтебазах

(Справочное)

Таблица А1 – Статистика пожаров на АЗС и нефтебазах

Дата	Описание аварии	Число пострадавших
26.03.2011	В селе Сосновый Бор, Юрьев Польского района, Владимирской области, из-за нарушения правил пожарной безопасности при проведении сварочных работ произошло возгорание паров дизельного топлива в емкости, приведшее к взрыву	В результате происшествия мужчина, 1962 года рождения, погиб на месте, еще один мужчина, 1977 года рождения, с ожогами тела третьей степени был доставлен в больницу, где впоследствии скончался
07.08.2011	Возник пожар на Хабаровском нефтеперерабатывающем заводе. Горело разлившееся топливо и установка насосной станции	Пострадали пять человек: два оператора и три газоспасателя. Впоследствии один из пострадавших скончался
13.05.2012	Произошел пожар на нефтеперерабатывающем заводе в Киришах Ленинградской области. В центре действующей установки по вторичной переработке бензина наблюдалось открытое горение на высоте 15-20 метров, горели нефтепродукты на коммуникациях	Пострадавших нет
21.08.2013	На нефтебазе, вблизи города Ангарск, Иркутской области загорелся резервуар с нефтью. Последствия пожара удалось ликвидировать только на следующий день	В результате происшествия пострадали семь человек, они отравились продуктами горения
21.01.2014	Произошел пожар на верхней площадке нефтебазы в Мурманске. В результате нарушений правил безопасности произошел взрыв и возгорание дистиллята газового конденсата, находящегося в нефтяном резервуаре, а также разрушение конструкции резервуара	В результате ЧП погибла одна из работниц предприятия

Продолжение таблицы А1

12.02.2014	На территории ЗАО «Рязанская нефтеперерабатывающая компания» произошло возгорание цистерн с нефтепродуктами. По результатам проверки было возбуждено уголовное дело по статье «нарушение правил безопасности на взрывоопасных объектах»	Ночью пожар был потушен, погибших и пострадавших не было
15.06.2014	В Ачинске (Красноярский край) на территории промышленной зоны НПЗ взорвался углеводородный газ, затем начался пожар	В результате крупного пожара на Ачинском нефтеперерабатывающем заводе погибли пять человек, семеро пострадали
23.06.2015	На Саратовском нефтеперерабатывающем заводе «Роснефть» произошло возгорание в резервуаре с дизельным топливом. По предварительным данным, причиной пожара стал выход из строя дыхательной системы резервуара	Пострадавших нет
25.12.2015	На нефтеперерабатывающем предприятии в Котовском районе Волгоградской области произошел выброс попутного газа на нефтепроводе. Утечка газа произошла при проведении ремонтных работ	Два человека погибли

Приложение Б

Статистические данные по техногенным авариям на объектах
нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности Российской
Федерации за период с 2011 по 2015 годы

(Обязательное)

Таблица Б1 - Статистические данные по техногенным авариям на
объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности
Российской Федерации за период с 2011 по 2015 годы

Объект, год	Причина аварии	Вид аварии	Убыток (жертвы)
ООО "Томскнефтехим", 2011 год	Несоответствие действующей схеме сброса этилена проекту	Взрыв этилена	143 млн. руб.
ОАО "ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка", 2011 год	Разгерметизация технологической установки ЭЛОУ АВТ-6	Взрыв, пожар	> 3 млн. руб.
ООО "Ставролен", 2011 г.	Разгерметизация технологической установки ЭЛОУ АВТ-6	Воспламенение ГЖ, пожар	> 3 млн. руб.
ОАО "Стерлитамакский нефтехимический завод", 2011 год	Разгерметизация технологической установки ЭЛОУ АВТ-6	Воспламенение ГЖ, пожар	> 3 млн. руб.
ОАО "Уфимский НПЗ", 2011 год	Разгерметизация технологической установки ЭЛОУ АВТ-6	Воспламенение ГЖ, пожар	> 3 млн. руб.
ОАО "Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез", 2011 год	Разгерметизация технологической установки ЭЛОУ АВТ-6	Воспламенение ГЖ, пожар	> 3 млн. руб.
ООО "Киришинефторгсинтез", 2012 год	Разрушение установки гидроочистки дизельного топлива	Взрыв	118 млн. руб. 5 человек погибли
ООО "Ставролен", 2012 год	Несанкционированные действия персонала на установке полимеризации	Взрыв, пожар	226 млн. руб. 4 человека погибли

Приложение Б1

ООО "Славянский битумный завод",	Перегрев мазута в резервуаре	Взрыв	> 4 млн. руб.
----------------------------------	------------------------------	-------	---------------

2013 год			2 человека погибли
ООО "Уралоргсинтез", 2013 год	Разгерметизация трубопровода	Пожар	> 1 млн. руб.
ООО "Ставролен", 2013 год	Разгерметизация трубопровода	Пожар	> 1 млн. руб.

Приложение В
(Обязательное)

Расчет зон поражения тепловым излучением при пожаре пролива.

Исходные данные:

Вещество: Бензин

Среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени –
25 кВт/м²

Удельная массовая скорость выгорания – 0,06 кг/(м² с)

Эффективная площадь пролива = 40001,48

Методика определения расчет величин пожарного риска на ПО,
2010 ГОСТ 12.3.047-2012

Данные по критерию интенсивности излучения, приведены в таблице В1

Таблица В1 – Критерий интенсивности излучения

Название критерия	Интенсивность излучения, кВт/м ²	Радиус зоны, м ²
Воспламенение резины	14,8	121,66
Воспламенение древесины	13,9	126,68
Непереносимая боль через 3-5 с.	10,5	152,73
Непереносимая боль через 20 с.	7	194,91
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2	253,66
Без негативных последствий	1,4	413,56

Приложение Г

График зависимости интенсивности излучения от расстояния (Обязательное)

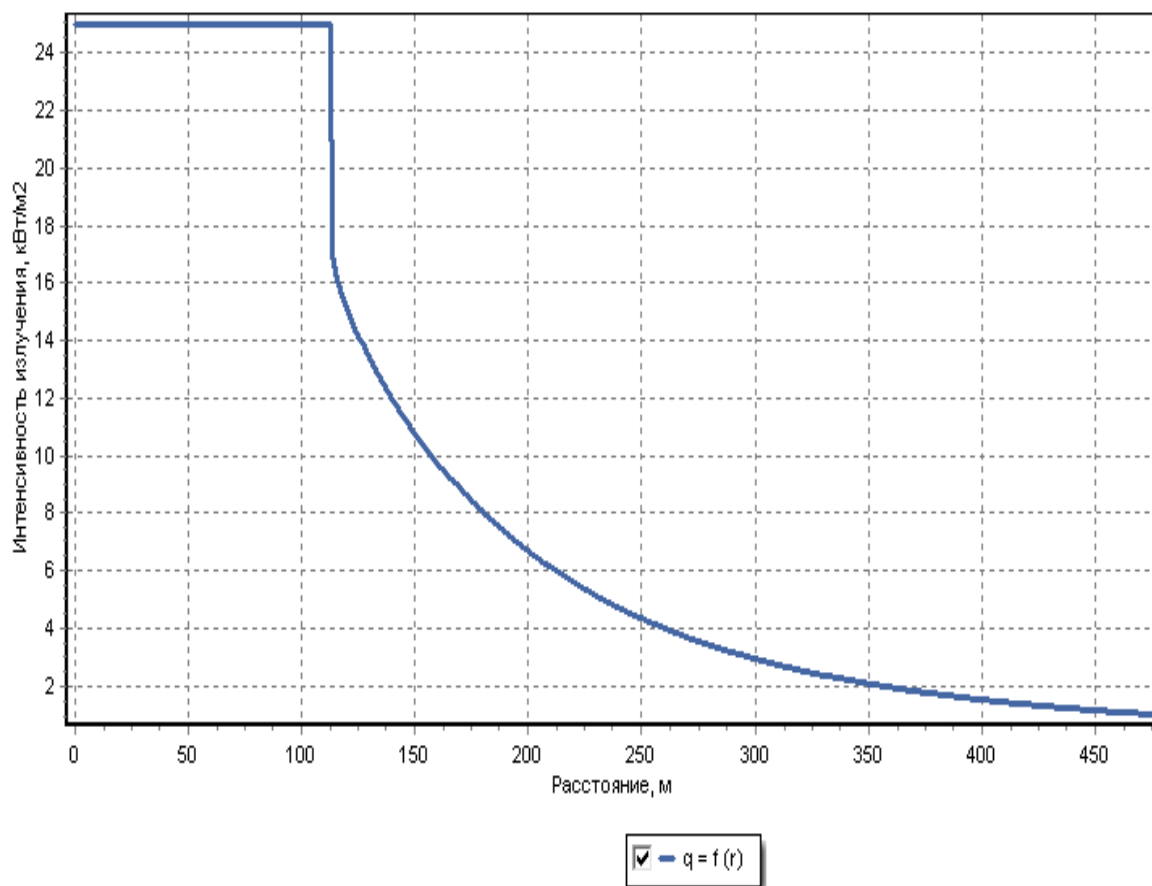


Рисунок Г1 – График зависимости интенсивности излучения от расстояния

Приложение Д

График зависимости вероятности смертельного поражения от расстояния (Обязательное)

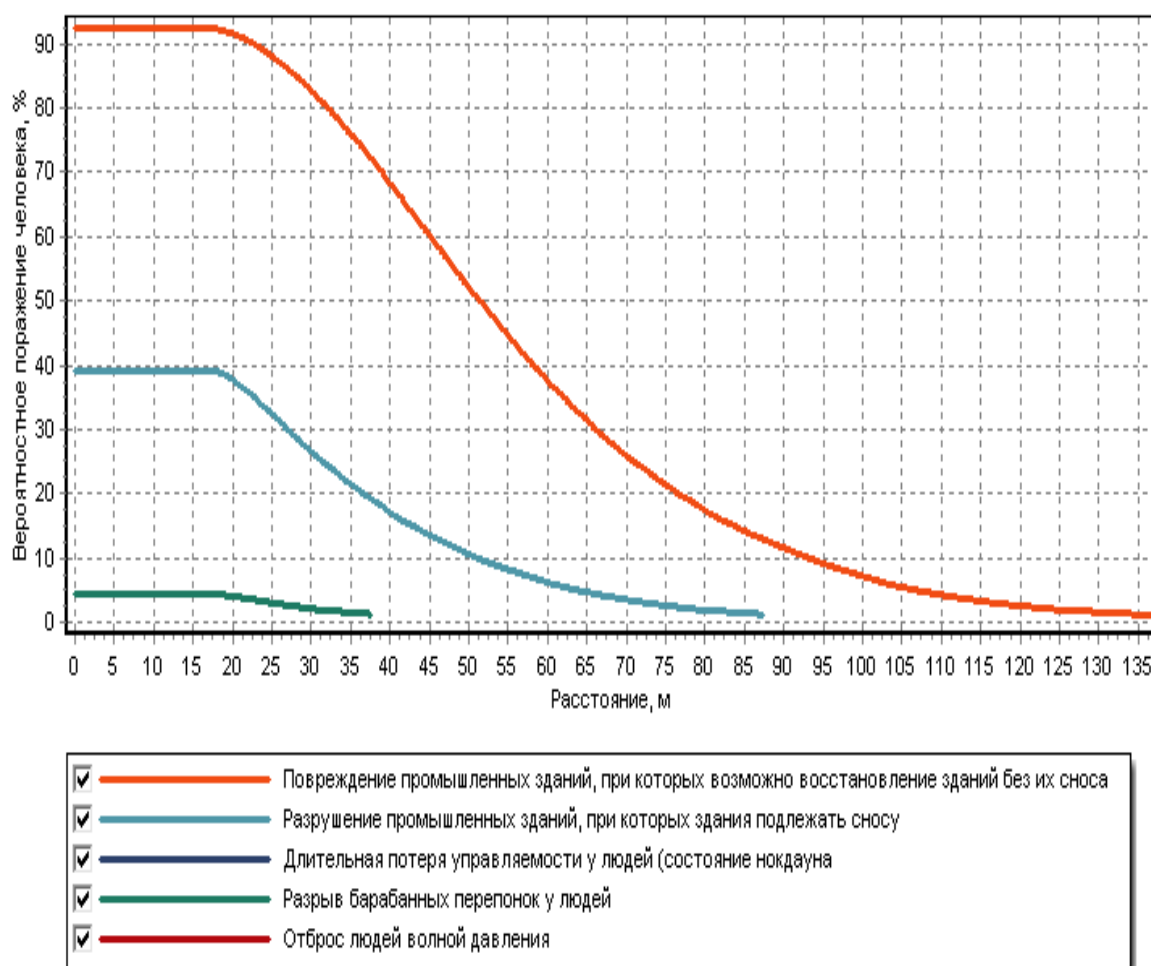


Рисунок Д1 – График зависимости вероятности смертельного поражения
от расстояния

Приложение Е
(обязательное)

Таблица Е1 – Протокол модуля «Оценка числа пострадавших» программы Toxi+^{Risk}, показатели пересечений площадных объектов с изолиниями действия поражающего фактора по непереносимой боли, от 20 января 2017 года

Наименование площадного объекта	Число одновременно находящихся людей	Число пострадавших, чел.	Доля поражения, %	Наименование поражающей изолинии	Направление ветра, град.
операторная слива	4	4	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	0
слесарная	7	0	0	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	0
операторная налива	2	2	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	0
лаборатория	15	15	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	0
административное здание	20	0	0	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	0
слесарная 1	3	3	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	0
операторная слива	4	4	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	45
слесарная	7	0	0	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	45
операторная налива	2	2	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	45
лаборатория	15	15	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	45
административное здание	20	0	0	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	45
слесарная 1	3	3	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	45
операторная слива	4	4	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	90
слесарная	7	0	0	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	90
операторная налива	2	2	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	90

Продолжение таблицы Е1

лаборатория	15	15	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	90
административное здание	20	0	0	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	90
слесарная 1	3	3	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	90
операторная слива	4	4	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	135
слесарная	7	0	0	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	135
операторная налива	2	2	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	135
лаборатория	15	15	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	135

Таблица Е2 – Протокол модуля «Оценка числа пострадавших» программы Toxi+^{Risk}, показатели пересечений площадных объектов с изолиниями действия поражающего фактора по непереносимой боли, от 20 января 2017 года

Наименование площадного объекта	Число одновременно находящихся людей	Число пострадавших, чел.	Доля поражения, %	Наименование поражающей изолинии	Направление ветра, град.
административное здание	20	0	0	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	135
слесарная 1	3	3	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	135
операторная слива	4	4	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	180
слесарная	7	0	0	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	180
операторная налива	2	2	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	180
лаборатория	15	15	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	180
административное здание	20	0	0	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	180

слесарная 1	3	3	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	180
операторная слива	4	4	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	225
слесарная	7	0	0	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	225
операторная налива	2	2	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	225
лаборатория	15	15	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	225
административное здание	20	0	0	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	225
слесарная 1	3	3	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	225
операторная слива	4	4	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	270
слесарная	7	0	0	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	270
операторная налива	2	2	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	270
лаборатория	15	15	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	270
административное здание	20	0	0	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	270
слесарная 1	3	3	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	270
операторная слива	4	4	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	315
слесарная	7	0	0	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	315
операторная налива	2	2	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	315
лаборатория	15	15	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	315
административное здание	20	0	0	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	315
слесарная 1	3	3	100	Непереносимая боль через 20 с., 7 кВт/м ²	315

Максимальное число пострадавших 24 человек достигается при направлении ветра 315 градусов.

Приложение Ж
(Обязательное)

Таблица Ж1 – Протокол модуля «Оценка числа пострадавших» программы Toxi+^{Risk}, показатели пересечений площадных объектов с изолиниями действия поражающего фактора по пожар-вспышке бензина, от 20 января 2017 г.

Наименование площадного объекта	Число одновременно находящихся людей	Число пострадавших, чел.	Доля поражения, %	Наименование поражающей изолинии	Направление ветра, град.
операторная слива	4	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	0
слесарная	7	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	0
операторная налива	2	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	0
лаборатория	15	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	0
административное здание	20	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	0
слесарная 1	3	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	0
операторная слива	4	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	45
слесарная	7	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	45
операторная налива	2	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	45
лаборатория	15	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	45
административное здание	20	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	45
слесарная 1	3	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	45
операторная слива	4	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	90
слесарная	7	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	90
операторная налива	2	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	90
лаборатория	15	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	90

Продолжение приложения Ж

Продолжение таблицы Ж1

административное здание	20	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	90
слесарная 1	3	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	90
операторная слива	4	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	135
слесарная	7	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	135
операторная налива	2	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	135
лаборатория	15	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	135
административное здание	20	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	135
слесарная 1	3	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	135
операторная слива	4	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	180
слесарная	7	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	180
операторная налива	2	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	180
лаборатория	15	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	180
административное здание	20	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	180
слесарная 1	3	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	180
операторная слива	4	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	225
слесарная	7	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	225
операторная налива	2	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	225
лаборатория	15	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	225
административное здание	20	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	225
слесарная 1	3	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	225
операторная слива	4	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	270
слесарная	7	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	270
операторная налива	2	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	270
лаборатория	15	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	270
административное здание	20	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	270

Продолжение приложения Ж1

слесарная 1	3	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	270
операторная слива	4	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	315
слесарная	7	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	315
операторная налива	2	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	315
лаборатория	15	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	315
административное здание	20	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	315
слесарная 1	3	0	0	Пожар-вспышка: Бензин М=142,00 кг	315

Максимальное число пострадавших 0 человек достигается при направлении ветра 315 градусов.

Приложение 3
(Обязательное)

Расчет последствий воздействия ударных волн при взрыве ТВС

Протокол расчетов по РБ "Методика оценки последствий аварийных взрывов ТВС". Исходные данные:

Вещество: Бензин

Удельная теплота сгорания – 44 МДж/кг

Стехиометрическая концентрация – 0,07329 кг/м³

Класс чувствительности: Средне-чувствительные вещества

Агрегатное состояние: Гетерогенное

Концентрация горючего, кг/м³ Равна стехиометрической

Масса горючего – 142 кг

Окружающее пространство: Средне загроможденное пространство

Облако у поверхности земли

Данные по критерию давление-импульс, приведены в таблице 31

Таблица 31 – Критерий давление-импульс

Название критерия	Избыточное давление, кПа	Импульс, кПа·с	Длительность фазы сжатия, с	Радиус зоны, м
Граница области значительных повреждений	19,922	0,322	0,032	42,56
Полное разрушение остекления	7	0,116	0,047	118,31
Граница области минимальных повреждений	6,041	0,104	0,049	132,37
50 % разрушение остекления	6,041	0,05	0,062	272,09
10 % и более разрушение остекления	2	0,042	0,066	330,35

Данные по критерию избыточное давление, приведены в таблице 32

Продолжение приложения 3

Таблица 32 – Критерий избыточное давление

Название критерия	Избыточное давление, кПа	Импульс, кПа·с	Длительность фазы сжатия, с	Радиус зоны, м
Средние повреждения зданий	28	0,525	0,026	26,11
Обслуживающий персонал получит серьезные повреждения с возможным летальным исходом в результате поражения осколками, развалинами здания, горящими предметами и т.п. Имеется 10%-ая вероятность разрыва барабанных перепонок	24	0,414	0,029	33,14
Возможна временная потеря слуха или травмы в результате вторичных эффектов взрывной волны, таких, как обрушение зданий, и третичного эффекта переноса тела	16	0,246	0,035	55,72
Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам и т.п.)	12	0,177	0,04	77,61
С высокой надежностью гарантируется отсутствие летального исхода или серьезных повреждений	5,9	0,102	0,049	134,81
Нижний порог повреждения человека волной давления	5	0,089	0,052	153,42
Малые повреждения (разбита часть остекления)	3	0,059	0,059	232,84

Приложение И

График зависимости вероятного поражения от расстояния (Обязательное)

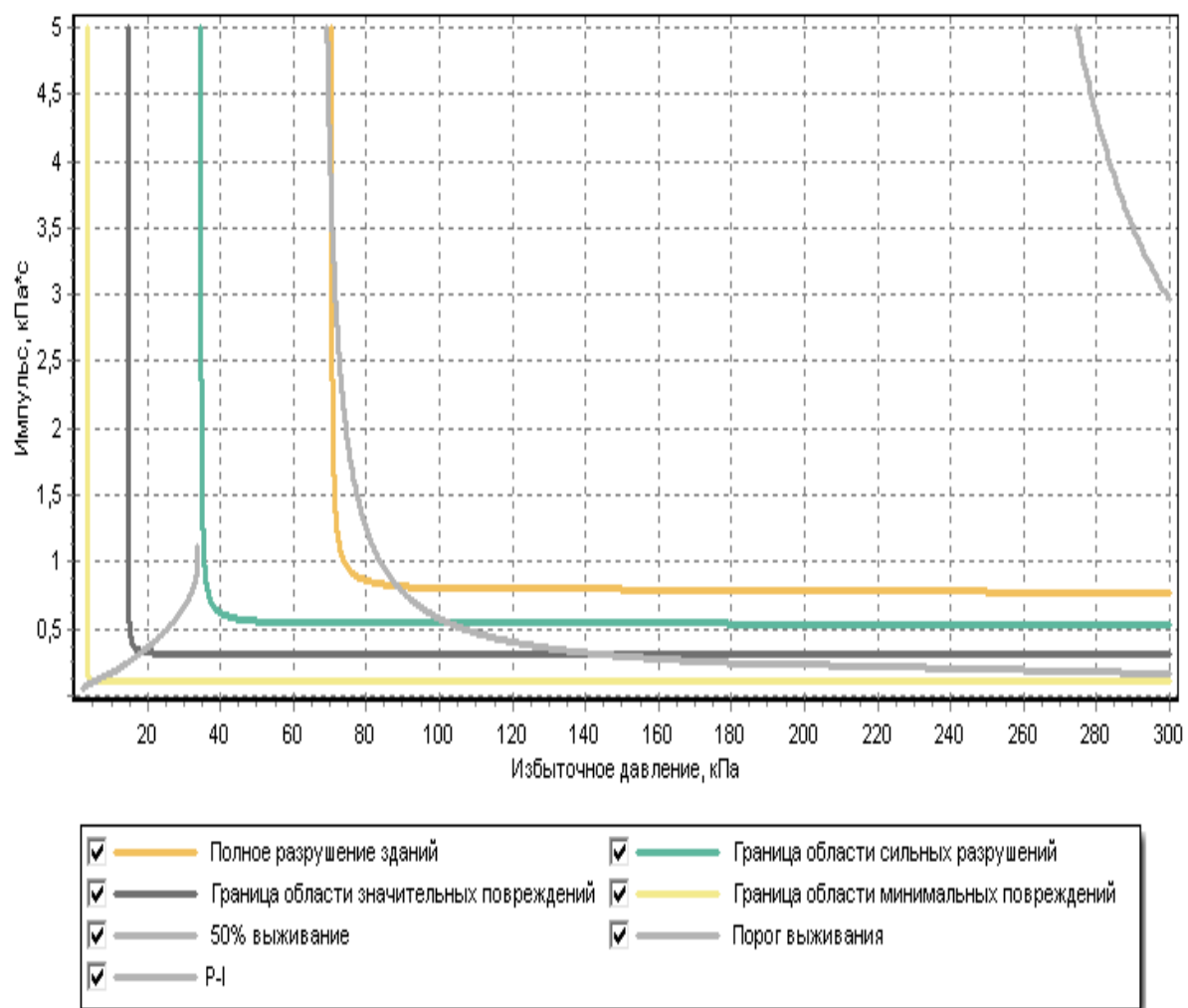


Рисунок И1 – График зависимости вероятного поражения от расстояния

Приложение К

График зависимости избыточного давления от расстояния (Обязательное)

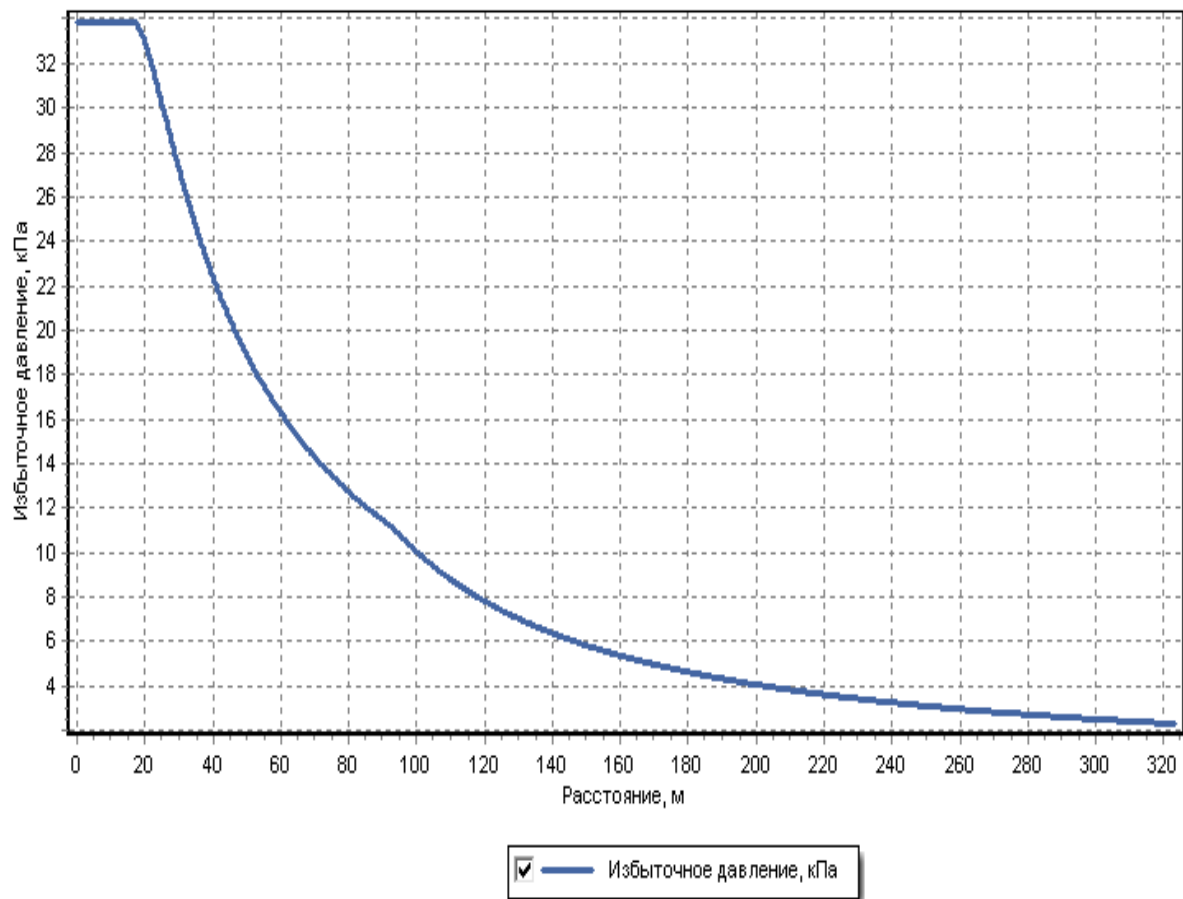


Рисунок К1– График зависимости избыточного давления от расстояния

Приложение Л

График зависимости импульса от расстояния

(Обязательное)

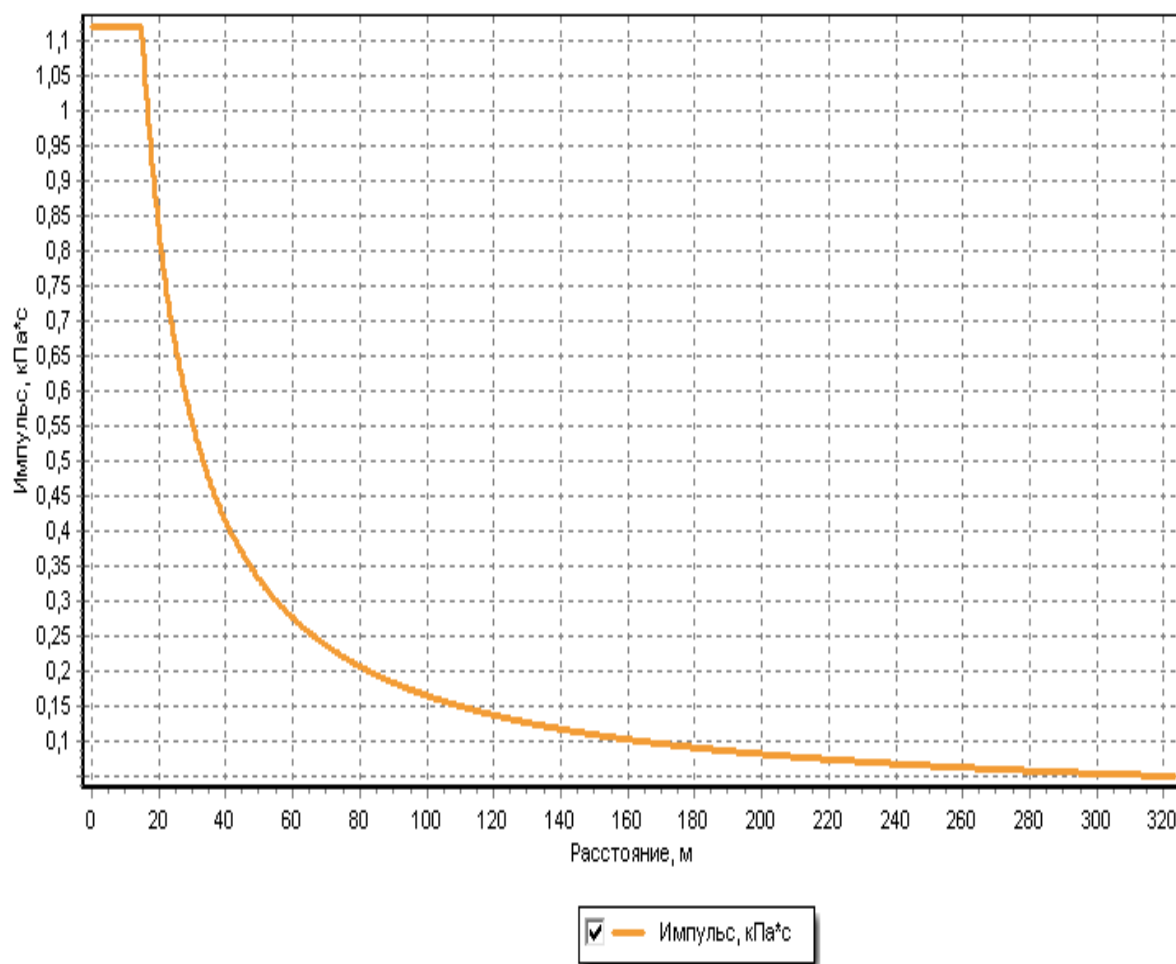


Рисунок Л1 – График зависимости импульса от расстояния

Приложение М
(Обязательное)

Таблица М1 – Протокол модуля «Оценка числа пострадавших» программы Toxi+^{Risk} показатели пересечений площадных объектов с изолиниями действия поражающих факторов по границе области значительных повреждений, от 20 января 2017 года

Наименование площадного объекта	Число одновременно находящихся людей	Число пострадавших, чел.	Доля поражения, %	Наименование поражающей изолинии	Направление ветра, град.
операторная слива	4	0	0	Граница области значит. повреждений	0
слесарная	7	0	0	Граница области значит. повреждений	0
операторная налива	2	0	0	Граница области значит. повреждений	0
лаборатория	15	0	0	Граница области значит. повреждений	0
административное здание	20	0	0	Граница области значит. повреждений	0
слесарная 1	3	0	0	Граница области значит. повреждений	0
операторная слива	4	0	0	Граница области значит. повреждений	45
слесарная	7	0	0	Граница области значит. повреждений	45
операторная налива	2	0	0	Граница области значит. повреждений	45
лаборатория	15	0	0	Граница области значит. повреждений	45
административное здание	20	0	0	Граница области значит. повреждений	45
слесарная 1	3	0	0	Граница области значит. повреждений	45
операторная слива	4	0	0	Граница области значит. повреждений	90
слесарная	7	0	0	Граница области значит. повреждений	90
операторная налива	2	0	0	Граница области значит. повреждений	90
лаборатория	15	0	0	Граница области значит. повреждений	90

Продолжение таблицы М1

административное здание	2	0	0	Граница области значит. повреждений	90
слесарная 1	3	0	0	Граница области значит. повреждений	90
операторная слива	4	0	0	Граница области значит. повреждений	135
слесарная	7	0	0	Граница области значит. повреждений	135
операторная налива	2	0	0	Граница области значит. повреждений	135
лаборатория	15	0	0	Граница области значит. повреждений	135
административное здание	20	0	0	Граница области значит. повреждений	135
слесарная 1	3	0	0	Граница области значит. повреждений	135
операторная слива	4	0	0	Граница области значит. повреждений	180
слесарная	7	0	0	Граница области значит. повреждений	180
операторная налива	2	0	0	Граница области значит. повреждений	180
лаборатория	15	0	0	Граница области значит. повреждений	180
административное здание	20	0	0	Граница области значит. повреждений	180
слесарная 1	3	0	0	Граница области значит. повреждений	180
операторная слива	4	0	0	Граница области значит. повреждений	225
слесарная	7	0	0	Граница области значит. повреждений	225
операторная налива	2	0	0	Граница области значит. повреждений	225
лаборатория	15	0	0	Граница области значит. повреждений	225
административное здание	20	0	0	Граница области значит. повреждений	225
слесарная 1	3	0	0	Граница области значит. повреждений	225
операторная слива	4	0	0	Граница области значит. повреждений	270
слесарная	7	0	0	Граница области значит. повреждений	270
операторная налива	2	0	0	Граница области значит. повреждений	270
лаборатория	15	0	0	Граница области значит. повреждений	270
административное здание	20	0	0	Граница области значит. повреждений	270
слесарная 1	3	0	0	Граница области значит. повреждений	270
операторная слива	4	0	0	Граница области значит. повреждений	315

Продолжение таблицы М1

слесарная	7	0	0	Граница области значит. повреждений	315
операторная налива	2	0	0	Граница области значит. повреждений	315
лаборатория	15	0	0	Граница области значит. повреждений	315
административное здание	20	0	0	Граница области значит. повреждений	315
слесарная 1	3	0	0	Граница области значит. повреждений	315

Максимальное число пострадавших 0 человек достигается при направлении ветра 315 градусов

Приложение Н
(Обязательное)

Таблица Н1 – Список лиц, попавших в зону действия опасных факторов

№ аварии	Опасное явление	Операторная слива	Слесарная	Операторная налива	Лаборатория	Административное здание	Слесарная 1	Итого по сценариям
1.	Пожар-пролива	4	0	2	15	20	3	44
2.	Взрыв ТВС	4	0	2	15	20	3	44
3.	Взрыв ТВС	4	0	2	15	20	3	44
4.	Взрыв ТВС	4	0	2	15	20	3	44
5.	Пожар-пролива	4	0	2	15	20	3	44
6.	Взрыв ТВС	4	0	2	15	20	3	44
7.	Пожар-пролива	4	0	2	15	20	3	44
8.	Взрыв ТВС	4	0	2	15	20	3	44
9.	Взрыв ТВС	4	0	2	15	20	3	44
10.	Пожар-пролива	4	0	2	15	20	3	44
11.	Взрыв ТВС	4	0	2	15	20	3	44
12.	Пожар-пролива	4	0	2	15	20	3	44
Итого по площадным объектам		48	0	24	180	240	36	-

Приложение О

Таблица О1 – Численность погибших

№ сценария аварии	Опасное явление	Положение источника по оси X, м	Положение источника по оси Y, м	Операторная слива	Слесарная	Операторная налива	Лаборатория	Административное здание	Слесарная 1	Итого по сценариям
1	Пожар-пролива	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
2	Взрыв ТВС	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
3	Пожар-пролива	3,83E+02	1,92E+02	4	0	2	15	20	3	44
4	Взрыв ТВС	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
5	Пожар-пролива	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
6	Взрыв ТВС	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
7	Пожар-пролива	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
8	Взрыв ТВС	3,83E+02	1,92E+02	2	1	1	6	5	1	15
9	Пожар-пролива	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
10	Пожар-пролива	3,83E+02	1,92E+02	4	0	2	15	20	3	44
11	Пожар-пролива	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
12	Взрыв ТВС	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
13	Взрыв ТВС	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
14	Взрыв ТВС	3,83E+02	1,92E+02	2	0	1	6	5	1	15
15	Пожар-пролива	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
16	Взрыв ТВС	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
17	Пожар-пролива	3,83E+02	1,92E+02	4	0	2	15	20	3	44
18	Взрыв ТВС	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
19	Пожар-пролива	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
20	Взрыв ТВС	3,83E+02	1,92E+02	2	0	1	6	5	1	15
21	Пожар-пролива	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
22	Взрыв ТВС	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0

Продолжение приложения О

Продолжение таблицы О1

23	Пожар-пролива	3,83E+02	1,92E+02	4	0	2	15	20	3	44
24	Пожар-пролива	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
25	Пожар-пролива	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
26	Пожар-вспышка	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
27	Пожар-вспышка	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
28	Пожар-вспышка	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
29	Пожар-вспышка	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
30	Пожар-вспышка	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
31	Пожар-вспышка	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
32	Пожар-вспышка	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
33	Пожар-вспышка	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
34	Пожар-вспышка	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
35	Взрыв ТВС	3,83E+02	1,92E+02	2	0	1	6	5	1	15
36	Пожар-вспышка	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
37	Взрыв ТВС	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
38	Взрыв ТВС	3,83E+02	1,92E+02	2	0	1	6	5	1	15
39	Пожар-пролива	3,83E+02	1,92E+02	4	0	2	15	20	3	44
40	Взрыв ТВС	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
41	Пожар-пролива	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
42	Взрыв ТВС	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
43	Пожар-пролива	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
44	Взрыв ТВС	3,83E+02	1,92E+02	2	0	1	6	5	1	15
45	Пожар-пролива	3,83E+02	1,92E+02	4	0	2	15	20	3	44
46	Взрыв ТВС	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
47	Пожар-пролива	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
48	Пожар-вспышка	3,83E+02	1,92E+02	0	0	0	0	0	0	0
Итого по площадным объектам		-	-	36	0	18	126	150	24	-

Приложение П

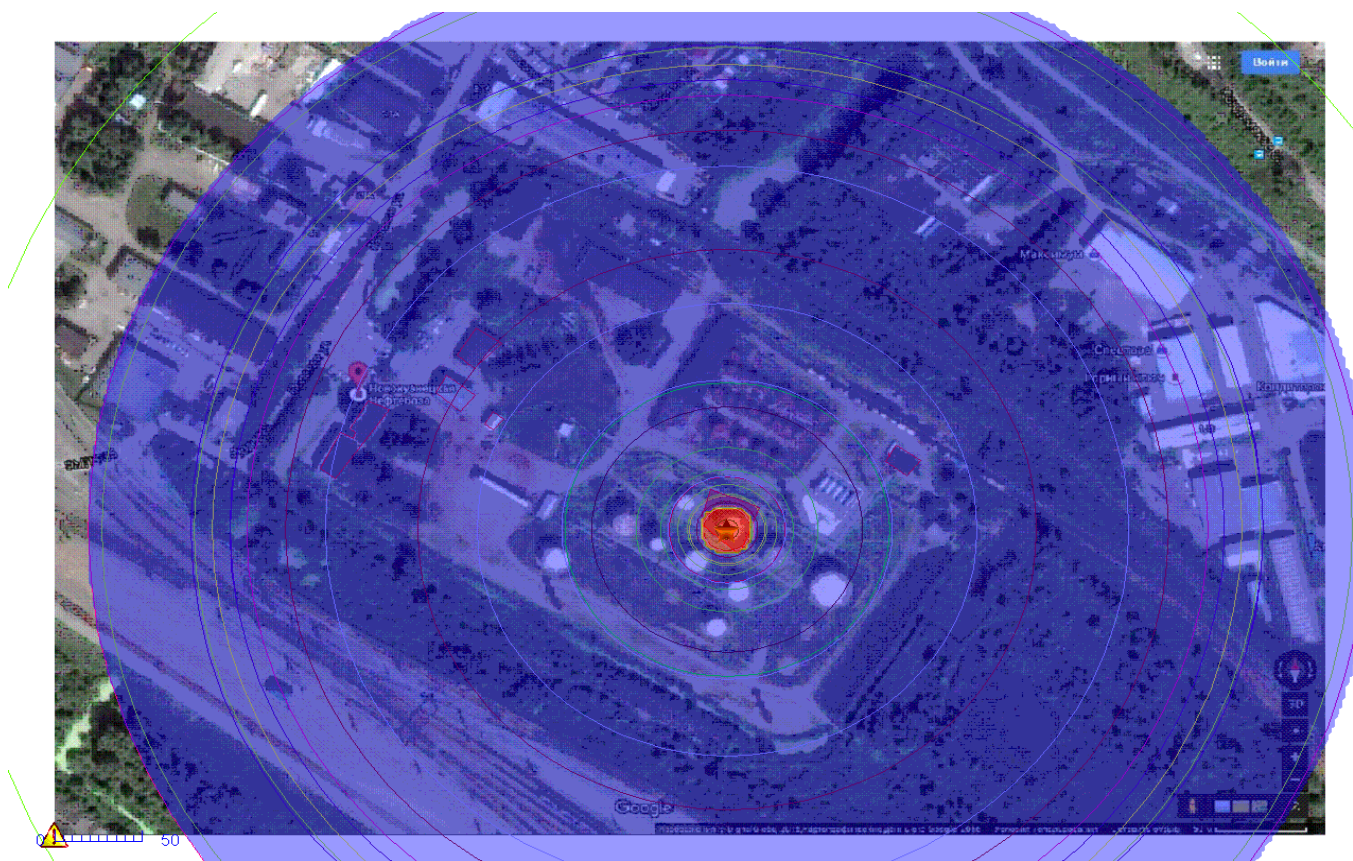
(Обязательное)

Таблица П1 – Протокол модуля «Анализ риска» программы Toxi+^{Risk}, количественные показатели риска с детализацией по площадным объектам по группе физических лиц «Персонал», от 16 января 2017 года

№ п/п	Наименование слоя	Число одновременно находящихся людей	Число рискующих	Коэффициент присутствия	Коэффициенты защищенности			Коллективный риск, чел/год	Индивидуальный риск, 1/год
					от токсического воздействия	от взрывов	от термического воздействия		
1.	операторная слива	4	4	0,23	0,00	0,00	0,00	2.97E-006	7.42E-007
2.	слесарная	7	7	0,23	0,00	0,00	0,00	0.00E000	0.00E000
3.	операторная налива	2	2	0,23	0,00	0,00	0,00	1.48E-006	7.42E-007
4.	лаборатория	15	15	0,23	0,00	0,00	0,00	1.11E-005	7.42E-007
5.	административное здание	20	20	0,23	0,00	0,00	0,00	1.48E-005	7.41E-007
6.	слесарная 1	3	3	0,23	0,00	0,00	0,00	2.22E-006	7.41E-007
Итого		51	51	0,23	0,00	0,00	0,00	3.3E-005	6.4E-007

Ситуационный план аварийной ситуации создан с использованием программного средства "ТОКСИ+Risk" и приведен на рисунке П1. Дата формирования плана – 16 января 2017 года.

Продолжение приложения П



№	уровень	цвет	интерв.
1	1.000 е-09	blue	1.000E-009 - 4.320E-06
2	4.320 е-06	light blue	4.320E-006 - 8.640E-06
3	8.640 е-06	green	8.640E-006 - 1.296E-05
4	1.296 е-05	yellow	1.296E-005 - 1.728E-05
5	1.728 е-05	orange	1.728E-005 - 2.160E-05
6	2.160 е-05	red	2.160E-005 - 2.592E-05

Рисунок П1 – Ситуационный план аварийной ситуации